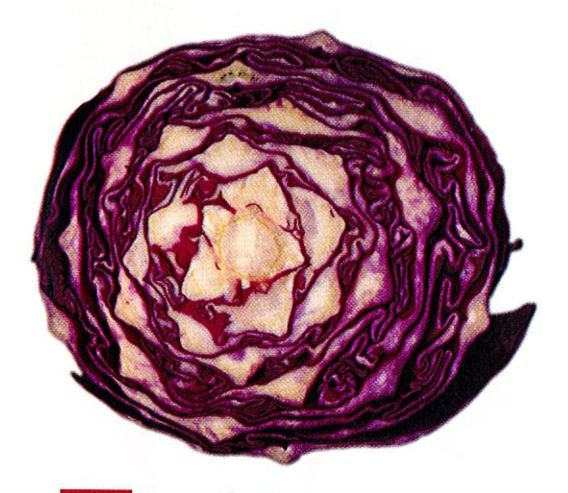
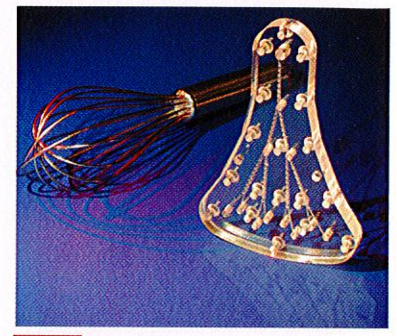


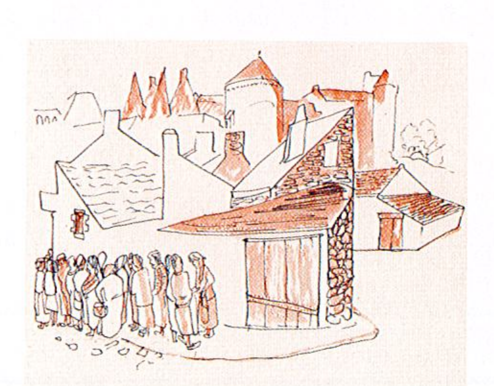
n°120
INRA mensuel
Journal interne, mai 2004
087067
INRA

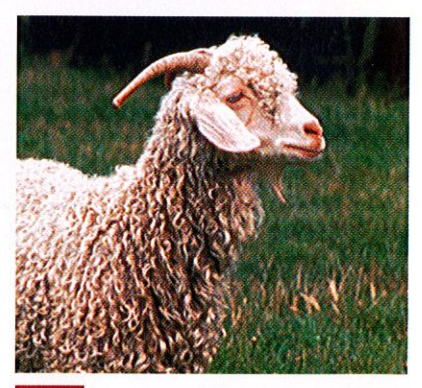
Sommaire

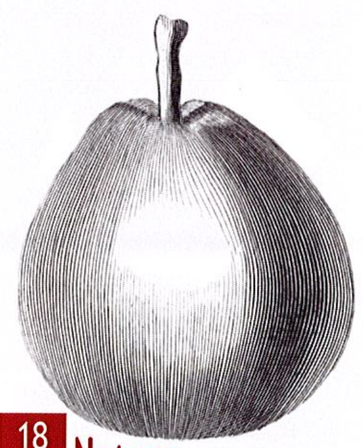












Actualités scientifiques

Réponse vaccinale en direct

Des cellules patrouillent en permanence dans les tissus et informent l'organisme de la présence d'agresseurs - virus, bactéries, champignons - ou de l'apparition de cellules cancéreuses. Ces "sentinelles" sont connues sous le nom de cellules dendritiques (DC, pour *dendritic cells*). Les centres de traitement de l'information sont les ganglions lymphatiques que les cellules dendritiques rejoignent par les canaux lymphatiques.

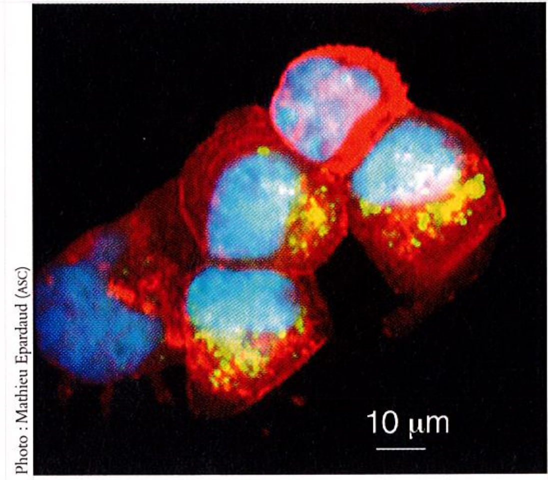


Photo : Mathieu Epardaud (ASC)

Transport de corps apoptotiques (vert) par les cellules dendritiques CD26+ (rouge) de la lymphe. Les noyaux sont colorés au DAPI (bleu).

Ces cellules sont difficiles à étudier par les méthodes classiques car elles sont très fragiles et très peu représentées dans les tissus. Pour lever cette difficulté, nous avons mis au point une technique originale de cathétérisme lymphatique chez la brebis : nous positionnons un cathéter dans un vaisseau lymphatique et il y est laissé à demeure pendant des semaines. Cette technique permet d'intercepter les cellules dendritiques en temps réel lors de leur parcours lymphatique depuis différents types de tissus : les cavités orales et nasales, l'intestin, la peau. La brebis, par sa taille, est un modèle de choix pour cette technique très délicate qui n'est pas réalisable dans les modèles classiques d'animaux de laboratoire.

Nous avons pu montrer que les cellules dendritiques migrent en permanence dans la lymphe avec une intensité variable en fonction des tissus.

Nous avons découvert que certaines cellules dendritiques, appelées CD26+, transportent des débris de cellules mortes, appelés corps apoptotiques, débris produits naturellement lors du renouvellement des tissus. Par ce mécanisme, les cellules dendritiques CD26+ renseignent l'organisme sur le bon état des tissus [1] et lui ordonnent de ne pas réagir : on appelle cela la tolérance immune au "soi".

Nous recherchons [2] si ces mêmes cellules CD26+ transportent des bactéries commensales* et apprennent à l'organisme à ne pas réagir contre ces microbes potentiellement bénéfiques.

Comment les cellules dendritiques défendent-elles l'organisme lors d'invasions nocives ? Comment répondent-elles à la vaccination ?

On sait que les cellules dendritiques sont équipées de molécules de reconnaissance de danger (les récepteurs TOLL-like, les lectines de type C) qui signalent les agresseurs. De plus, dans un programme de vaccination génétique contre la fièvre aphteuse, nous avons montré [3] que de l'ADN nu provoque la mobilisation rapide et intense des cellules dendritiques et l'augmentation de leur temps de survie. Ainsi la vaccination induit une patrouille accélérée et intense des cellules dendritiques vers la lymphe, générant une accumulation longue de ces cellules puissantes dans le site de traitement de l'information qu'est le ganglion. Grâce à l'activation des récepteurs de danger, elles peuvent alors informer en force le système immunitaire de la présence d'envahisseurs. Elles stimulent alors la phase réactive de la réponse immune, c'est-à-dire la production d'anticorps et de lymphocytes cytotoxiques.

Ce modèle expérimental offre l'atout de suivre en direct les toutes premières phases de la réponse vaccinale. Notre démarche ultérieure sera de chercher à développer des vaccins qui ciblent les cellules dendritiques efficaces dans la réponse active en évitant les cellules dendritiques responsables de la tolérance ; cette stratégie sera particulièrement utile pour maîtriser la vaccination par voie muqueuse, avenir des vaccins.

(Ce texte est paru dans *Jouy Info Recherche* n°186-février 2004).

Isabelle Schwartz-Cornil
(Virologie et Immunologie moléculaires - VIM)
et *Michel Bonneau* (Écologie et Physiologie du Système digestif - UEPSD)
avec la participation de *Mathieu Epardaud* [1] (thèse - VIM),
Violeta Niborski [3] (post-doc - VIM)
et *Lionel Rigottier-Gois* [2] (UEPSD),
Jouy-en-Josas

* Relation dans laquelle un organisme profite de l'autre sans lui nuire.

Actualités scientifiques

Comment les lactobacilles deviennent-ils opportunistes ?

Les lactobacilles connus pour leurs effets bénéfiques peuvent devenir opportunistes [1] et coloniser dans des conditions favorables un environnement qui ne leur est normalement pas accessible.

Utilisés dans le domaine alimentaire, les lactobacilles sont connus pour leurs actions bénéfiques sur la santé, et ne possèdent pas de caractères pathogènes connus. Toutefois, plusieurs exemples montrent comment des modifications de l'environnement peuvent conduire les lactobacilles à devenir opportunistes.

Photo : Micheline Rousseau

Microscopie électronique à balayage (Unité de Recherches Laitières et Génétique Appliquée, Jouy) avec des chaînes de lactobacilles et de streptocoques laitiers dans un réseau de caséine (protéines du lait).

Les lactobacilles sont des bactéries commensales [2] du tube digestif de l'homme et des animaux et sont normalement présentes en faible quantité dans les microflores buccales saines de l'homme où elles colonisent les muqueuses et la salive. Bactéries connues pour leurs effets bénéfiques, les lactobacilles peuvent cependant être à l'origine d'infections. Elles vont trouver dans les caries des lieux favorables pour se développer et produire des molécules inhibitrices (acides, H_2O_2, bactériocines) rendant ces lieux inhospitaliers pour les autres micro-organismes commensaux. De même dans les milieux hospitaliers, des patients affaiblis par la maladie, l'immuno-dépression ou une intervention chirurgicale, vont constituer un terrain favorable à la colonisation par les lactobacilles, pouvant conduire à des endocardites, des bactériémies, des péritonites ou des abcès. Un traitement par antibiotiques détruisant les bactéries sensibles de la flore digestive et permettant aux lactobacilles résistant à ces antibiotiques de se développer, peut également entraîner de telles infections. Dans les produits alimentaires, à base de viande ou de poisson, emballés sous vide, les lactobacilles peuvent aussi jouer le rôle de flore d'altération dans un environnement anaérobie favorable à leur développement. Des métabolites indésirables comme les amines biogènes sont synthétisées. En brasserie, la résistance de certaines souches de lactobacilles aux substances inhibitrices naturelles du houblon leur permet de se développer dans la bière et d'en modifier les qualités organoleptiques.

Plusieurs caractères permettent aux lactobacilles de devenir opportunistes tels que l'aptitude à agréger les plaquettes sanguines, à adhérer à la muqueuse intestinale ou à exprimer certaines activités enzymatiques favorables à la croissance bactérienne. Mais toutes les souches de lactobacilles ne possèdent pas la totalité de ces caractères, et l'étude de la diversité des souches et des mécanismes leur permettant de coloniser et d'envahir des environnements nouveaux semble nécessaire pour la sélection des souches bénéfiques pour l'alimentation et la santé.

(Ce texte est paru dans la lettre du CRIAA Aliment Recherche. www.inra.fr/aliment-recherche)

Pierre Tailliez,
Écologie et Physiologie du Système digestif, Jouy-en-Josas

[1] Se dit de germes microbiens ou d'infections qui se manifestent à la faveur de l'affaiblissement d'un malade. Les germes responsables sont peu virulents et normalement présents en petit nombre chez les individus normaux, sans entraîner aucun trouble. Si les défenses immunitaires diminuent, l'équilibre est rompu, les germes se multiplient en excès, faute d'être contrôlés par les réactions immunologiques habituelles, et ils provoquent une infection opportuniste. La gravité de cette infection ne vient pas de l'agressivité des agents infectieux mais du défaut de résistance de l'organisme.

[2] Relation dans laquelle un organisme profite de l'autre sans lui nuire.

Du chou-fleur pour tous les goûts

Certaines personnes n'apprécient pas le chou-fleur. Les chercheurs de l'INRA, en collaboration avec BBV (Bretagne Biotechnologie végétale), en analysent les raisons. Deux molécules, susceptibles d'influencer le comportement du consommateur envers ce légume, ont été identifiées.

Des chercheurs de l'INRA ont identifié deux molécules potentiellement responsables de notes olfactives ou gustatives déplaisantes lors de la consommation du chou-fleur cuit : la sinigrine (composé sapide



Photo : François De Quélen

amer) et l'isothiocyanate d'allyle (composé volatil induisant des notes piquantes, moutarde).

La première phase de ce projet a consisté à mettre en évidence par analyse sensorielle les caractéristiques olfacto-gustatives du produit susceptibles d'être connotées négativement. Dans un deuxième temps, les constituants odorants et sapides responsables de ces perceptions ont été identifiés par analyse physico-chimique. Enfin, un test rapide d'évaluation de la sensibilité des consommateurs aux divers composés odorants et sapides a été développé puis mis en œuvre pour comparer la sensibilité de 270 consommateurs répartis en trois catégories (non, moyens et gros consommateurs). Les non-consommateurs de chou-fleur (pour des raisons de goût) semblent plus sensibles à la sinigrine et à l'isothiocyanate d'allyle que les moyens consommateurs (consommation au moins une fois par mois) et les gros consommateurs (consommation au moins une fois tous les 15 jours). Ces deux composés, étudiés par ailleurs pour leur contribution à la valeur "santé" des légumes de la famille des crucifères, apparaissent donc comme des déterminants de l'acceptabilité du chou-fleur cuit. En ce qui concerne la sinigrine, l'utilisation d'une forme améliorée du test lors du SIAL 2002 a permis de valider cette conclusion sur 420 visiteurs du stand INRA.

La démarche développée est généralisable à d'autres aliments. La société BBV, qui a coordonné ce projet avec l'INRA, en utilise les résultats pour tester les variétés de chou-fleur. Elle recherche en particulier des variétés possédant des degrés d'amertume différents. À terme, un choix raisonné des variétés prenant en compte les goûts des consommateurs, pourrait être envisagé.

(Ce texte est paru dans la lettre du CRIAA Aliment Recherche. www.inra.fr/aliment-recherche)

Erwan Engel, Recherches sur la viande, Clermont-Theix
Georges Corrieu, Génie et Microbiologie des Procédés alimentaires, Versailles-Grignon

Du choux-fleur pour tous les goûts

Références

Engel E, Baty C, Le Core D, Souchon I, Martin N. Flavor-active compounds potentially implicated in cooked cauliflower acceptance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50, 6459-6467.

Engel E, Baty C, Souchon I., Martin N. Allyl isothiocyanate, dimethyltrisulfide and sinigrin are determinants of cooked cauliflower acceptance. In "*Flavour Research at the Dawn of the Twenty-first Century*". Le Quéré, J.L., Étiévant, P.X. (Éds.). Édition Tech & Doc, Lavoisier, Paris, France, 2003. pp 464-469.

Effet protecteur des légumes crucifères vis-à-vis d'un cancérogène alimentaire "naturel"

Des chercheurs de l'INRA ont mis en évidence l'effet protecteur des légumes crucifères vis-à-vis de lésions précancéreuses induites chez le rat par un cancérogène alimentaire.

Cette étude montre que la consommation par le rat de légumes crucifères, crus ou cuits, a un effet protecteur vis-à-vis d'un cancérogène "naturel". Ce cancérogène est une amine hétérocyclique (2-amino-3-méthylimidazo[4,5-*f*]quinoline) couramment présente dans l'alimentation humaine puisqu'elle se forme à partir des protéines lors du grillage ou du fumage des viandes et des poissons. Chez des rats traités par ce cancérogène, des lésions précancéreuses apparaissent dans le foie et le côlon. La consommation simultanée du cancérogène et d'une eau de boisson supplémentée en jus de chou de Bruxelles ou de chou rouge, cru ou cuit, réduit la fréquence (dans le foie et le côlon) et l'extension (dans le foie uniquement) de ces lésions.



Illustration : Pascale Inzerillo

Actualités scientifiques

Le chou de Bruxelles et le chou rouge doivent leurs propriétés anti-cancérogènes à leur teneur élevée en glucosinolates, micro-constituants soufrés spécifiques des légumes crucifères. L'effet protecteur des jus de légumes crus est dû à l'action d'une enzyme, la myrosinase, qui dégrade les glucosinolates en molécules bioactives anti-cancérogènes (principalement des isothiocyanates). La cuisson des légumes pendant 10 min à 100°C n'annihile pas leurs propriétés protectrices. Ceci s'explique par l'action métabolique de la flore intestinale, qui supplée à l'inactivation thermique de l'enzyme végétale en réalisant la biodégradation des glucosinolates. Par ailleurs, l'apport en glucosinolates résultant de la consommation des jus de légumes augmente l'activité d'une enzyme du foie impliquée dans le métabolisme des cancérogènes chimiques : l'UDP-glucuronosyltransférase-2 ; cette action favoriserait la détoxification du cancérogène alimentaire, expliquant en partie l'effet protecteur du chou de Bruxelles et du chou rouge. Dans cette étude l'effet protecteur est obtenu chez le rat avec une consommation modérée de jus de légumes, l'équivalent chez un homme adulte d'une portion de 300 g de légumes crucifères par jour.

Ces résultats justifient la relation inversement proportionnelle, observée en épidémiologie, entre la consommation de légumes crucifères et l'apparition d'un cancer. En terme de nutrition préventive, on peut donc conseiller une consommation plus fréquente de légumes crucifères crus ou cuits pour diminuer les risques de cancers du foie et du côlon.

(Ce texte est paru dans la lettre du CRIAA Aliment Recherche. www.inra.fr/aliment-recherche).

Sylvie Rabot,
Écologie et Physiologie du Système digestif, Jouy-en-Josas

Impact de plus en plus visible de l'ozone sur les végétaux des milieux naturels

Dans de nombreuses régions françaises, avec le développement des grandes infrastructures routières et l'augmentation du trafic automobile, l'ozone [1] est devenu le polluant atmosphérique le plus répandu ; les niveaux critiques en matière de protection de la végétation sont souvent largement dépassés. Généralement, les effets visibles de l'ozone sur les plantes se caractérisent par des nécroses foliaires ponctiformes ou des colorations inter-nervaires brunes, pourpres ou noires.

On ignore presque tout de l'impact de cette pollution sur les différentes espèces végétales des milieux naturels (milieux peu ou pas touchés par l'homme). Ceci est d'autant plus préoccupant que les augmentations prévues des niveaux d'ozone et de température risquent de faire subir à ces milieux dans un proche avenir des perturbations écologiques significatives. Face à cette menace, l'Europe a d'ailleurs déjà défini pour ces milieux des niveaux critiques d'ozone.

Situation actuelle

Dans les milieux naturels de la façade méditerranéenne de l'Espagne, ainsi qu'en Grèce et en Italie, pays où les concentrations d'ozone sont élevées en raison de leurs conditions climatiques favorables, on observe et on étudie régulièrement depuis plusieurs années les effets négatifs liés à l'ozone sur les végétaux.
Cette étude est beaucoup plus récente dans les pays plus septentrionaux, également touchés par l'ozone et s'est développée particulièrement en Suisse et dans plusieurs pays d'Europe centrale.

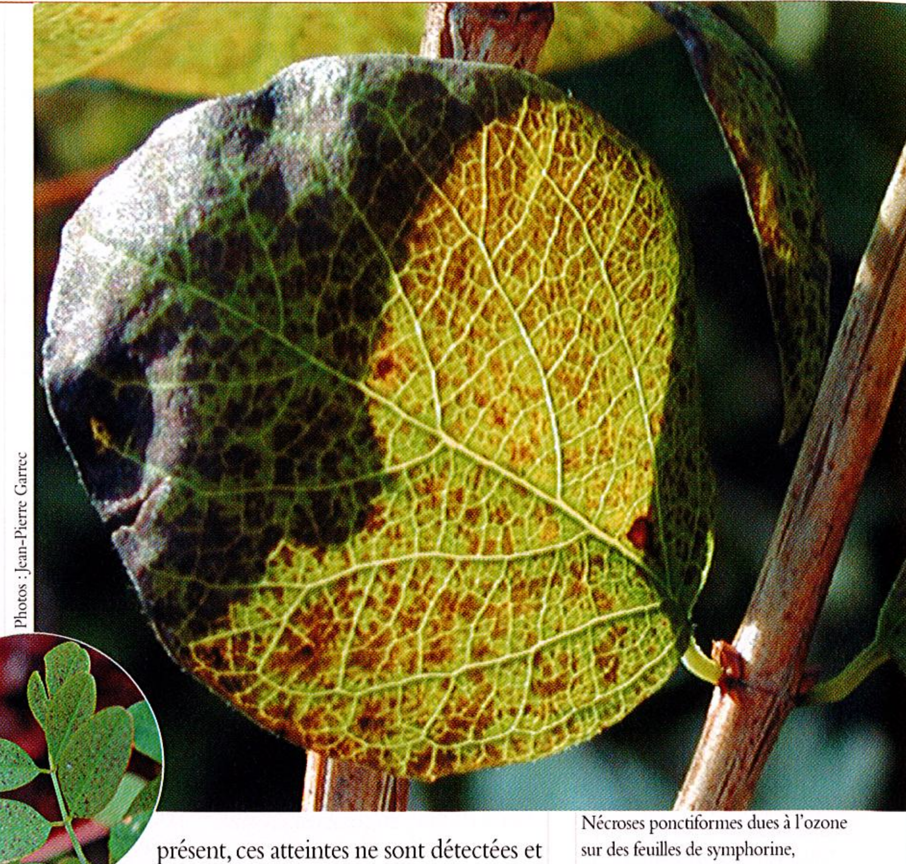
En France, depuis les années 90, les premières observations de l'ONF et du laboratoire Pollution atmosphérique de l'INRA-Nancy indiquent que dans les régions méditerranéennes, des symptômes attribuables à l'impact de l'ozone sont maintenant bien visibles sur les aiguilles de certaines essences forestières.
Ces symptômes ont été observés, aussi bien à l'Est de ces régions : jaunissement des aiguilles de *Pinus cembra* dans le Parc national du Mercantour, qu'à l'Ouest : présence de taches diffuses de couleur jaune pâle sur les aiguilles de pins d'Alep du littoral languedocien. Des symptômes comparables ont été constatés sur les pins noirs dans la région de Malaucène (Vaucluse) ; régulièrement des jaunissements inexpliqués de même type sont signalés sur le pin parasol à proximité des grands centres urbains du sud

de la France. De même, durant l'été 1999, des symptômes foliaires classiques de l'ozone ont été constatés, dans une prairie de trèfles blancs de la région lyonnaise. À la suite de ces premières observations de plus en plus nombreuses autour des années 2000, un important programme a été lancé par notre laboratoire en 2003 durant la période estivale. Les campagnes systématiques d'observations et de prélèvements effectuées dans des régions de basse (Lorraine) et de haute (Briançonnais, avec l'aide de l'association ARNICA MONTANA) altitudes ont confirmé une nouvelle fois, la réalité et l'ampleur de ce phénomène.
Remarquons que durant l'été 2003, malgré les importants niveaux d'ozone alors présents, les atteintes à la végétation n'ont pas été plus spectaculaires. En effet la sécheresse prolongée, en entraînant la fermeture des stomates sur les feuilles, a limité la pénétration de l'ozone dans celles-ci.

Parallèlement, depuis 2001, des recherches systématiques sont effectuées dans le cadre du réseau RENECOFOR géré par l'ONF pour détecter les symptômes typiques de l'ozone sur le feuillage des principales espèces de placettes réparties sur toute la France [2] et sur la végétation herbacée et arbustive jouxtant celles-ci. Ces recherches ont montré sans ambiguïté, qu'effectivement les symptômes caractéristiques de l'impact de l'ozone sont maintenant bien visibles en France sur de nombreux végétaux des milieux na-turels. Les essences les plus sensibles sont en particulier : le frêne, le hêtre, le charme, le noisetier, l'aubépine, le cornouiller, la symphorine et les centaurées.

Toutes ces observations vont dans le même sens que celles déjà réalisées dans d'autres pays européens. Si elles ne permettent pas jusqu'à présent de se faire une idée générale de la situation, elles montrent un impact à grande échelle de l'ozone dans les milieux naturels de nombreuses régions ; impact d'autant plus fort si l'on considère qu'il existe aussi des symptômes non visibles de ces atteintes (réductions de la croissance et pertes de rendement) souvent encore plus largement répandus.

Malgré ces constats, la réalité de l'impact de l'ozone sur les milieux naturels est peu connue et a du mal à s'imposer en France, car :
• d'une part, ce problème concerne des zones rurales ou forestières, éloignées des grandes sources actuelles de pollution atmosphérique que sont les zones urbaines et les grandes voies de communication ;
• d'autre part, les observations effectuées sont toujours ponctuelles, plus ou moins difficiles à caractériser et semblent encore peu spectaculaires. Jusqu'à présent, ces atteintes ne sont détectées et observées que par les spécialistes.


Photos : Jean-Pierre Garrec

Nécroses ponctiformes dues à l'ozone sur des feuilles de symphorine, été 2002, Champenoux.
À gauche : nécroses ponctiformes sur des feuilles de robinier faux-acacia.

Conclusion

Toutes ces observations concordantes mettent clairement en évidence qu'actuellement en France, de nombreux milieux naturels sont soumis à des niveaux d'ozone suffisamment élevés pour entraîner des atteintes visibles sur les végétaux les plus sensibles.
Il faut signaler que ces fortes teneurs d'ozone dans les milieux naturels n'ont pas uniquement des effets sur la productivité ou la résistance aux stress mais elles peuvent également influer sur la composition en espèces et diminuer la biodiversité.
Concrètement, dans de nombreuses régions, pour détecter la présence d'ozone, il ne sera maintenant plus nécessaire d'utiliser des plantes bio-indicatrices hypersensibles comme le tabac BEL W3 mais il suffira d'observer les effets sur la végétation locale.
Enfin, comme ces atteintes visibles sur les végétaux ont un fort impact psychologique sur le public, il est évident que le jour où ce problème des nécroses foliaires dues à l'ozone sera "perçu par les utilisateurs" des milieux naturels, il pourra être à l'origine d'une prise de conscience individuelle de l'existence de problèmes environnementaux plus généraux. Il entraînera surtout une forte inquiétude du public sur la qualité de l'air avec de nombreuses questions aux organismes publics chargés des transports, de l'environnement et de la santé.

Jean-Pierre Garrec,
Pollution atmosphérique, Nancy ■

[1] L'ozone (O_3) est réparti de façon très inégale dans l'atmosphère ; il se trouve à 90% en haute altitude, dans la stratosphère où il constitue la couche d'ozone qui protège les organismes vivants en filtrant les rayons UV-B et UV-C ; sans cette action filtrante, un plus grand nombre de rayons UV-B dont les effets négatifs sur les plantes et les animaux ont été démontrés, pénétreraient l'atmosphère et atteindraient la surface de la terre.
Les 10% restants se trouvent dans la basse atmosphère appelée troposphère où ils jouent un rôle de polluant photochimique particulièrement important par temps stable, beau et chaud. Actuellement, l'ozone stratosphérique voit sa concentration diminuer de façon importante à certaines périodes de l'année ("trou" d'ozone lié aux activités humaines) alors que l'ozone troposphérique augmente régulièrement, également en lien avec l'activité humaine.

[2] De niveau II du réseau RENECOFOR.

Brèves

Presse info - mars 2004

Indigo®, un outil d'évaluation agri-environnementale

Indigo® est une méthode scientifique d'évaluation de l'impact environnemental des pratiques agricoles sur l'air, le sol, l'eau de surface et l'eau souterraine. Elle a été mise au point par l'INRA, aux centres de Colmar et de Nancy, en collaboration avec l'Association pour la relance agronomique en Alsace (ARAA).

Couplé à une application informatique, Indigo® est un outil de diagnostic et d'aide à la décision, destiné aux techniciens, conseillers, ingénieurs agronomes et agriculteurs qui souhaitent améliorer leurs pratiques pour les rendre plus durables.

Contact : Philippe Girardin (Colmar), UMR INRA-INPL-ENSAIA "Agriculture Environnement", équipe Agriculture durable, Colmar et Nancy. www.inra.fr/indigo

La forêt, une alternative pour recycler les boues de station d'épuration ?

En France, le traitement des eaux usées génère l'équivalent de 50 grammes de matière sèche par jour et par habitant, sous forme de boues. Entre 55 et 60% d'entre elles sont épandues en agriculture, tandis que 20 à 25% sont mises en décharge et 15 à 20% sont incinérées. Certaines parcelles boisées pourraient être utilisées pour recycler les boues, par exemple des plantations forestières destinées à la production de biomasse ligneuse. Sur des sites-ateliers faisant l'objet d'un suivi intensif, l'INRA et ses partenaires (université de Besançon, CNRS...), étudient les impacts environnementaux de l'épandage des boues sur l'écosystème forestier.

Premiers résultats. Une croissance des arbres et de la biomasse accrue. L'épandage en forêt, socialement acceptable ?

Contact : Jean-Michel Carnus, Recherches forestières, Bordeaux-Aquitaine et UMR INRA-ENITAB "Transferts et cycles des éléments minéraux", Bordeaux-Aquitaine.

Mesurer et identifier les odeurs de porcherie

Quiconque est déjà passé à proximité d'un élevage de porc sait combien les odeurs engendrées sont dérangeantes. Dans le cadre du programme "Porcherie Verte", une équipe de chercheurs de l'INRA vient de publier deux nouvelles méthodes simples et rapides pour caractériser les atmosphères des élevages porcins [1]. Parmi plus de 250 substances, les chercheurs ont ainsi mis en évidence deux composés dont l'odeur est extrêmement intense et spécifique de la porcherie.

Contacts : Jean-Louis Berdagué, Recherches sur la viande, Clermont-Ferrand - Theix - Lyon et UMR INRA-ENSAR sur le veau et le porc, Rennes. Programme "Porcherie Verte" : Michel Bonneau, Rennes.

Les consommateurs et leurs attitudes vis-à-vis de la viande de porc

Dans le cadre du programme "Porcherie Verte", des chercheurs de l'INRA ont mené une étude sur les attitudes et les préférences des consommateurs vis-à-vis de la viande de porc. Résultat de cette enquête de grande ampleur : les personnes interrogées souhaitent une viande de porc avec une sécurité sanitaire accrue et plus goûteuse. De plus, ils seraient prêts à la payer un peu plus cher si sa qualité était augmentée.

Contact : Pierre Rainelli, Recherches Économie et sociologie rurales, Rennes.

Presse info - avril 2004

Le bocage empêche l'érosion du sol et stocke du carbone

Le bocage, ancien paysage rural structuré par des réseaux de haies, occupe une place essentielle tant au niveau du patrimoine que du point de vue écologique et environnemental. Des chercheurs de l'INRA, en collaboration avec Agro-Campus Rennes, ont montré l'importance du bocage sur le maintien des sols [2] et dans le stockage de carbone. Dans un contexte de développement de l'agriculture durable et de lutte contre le changement climatique, le bocage, paysage traditionnel, semble avoir de l'avenir.

Contact : Christian Walter, UMR INRA-Agrocampus Rennes "Sol - spatialisation - agronomie", Rennes.

La forêt vue par les Français

"La consommation croissante de papier met la forêt en péril" : voilà une idée reçue et fausse qui semble circuler périodiquement dans l'opinion publique. Une équipe de l'INRA de Nancy a réalisé en 2002 une enquête auprès de 2000 ménages pour mieux cerner les opinions et attitudes des français vis-à-vis de la forêt. Cette étude ne s'intéresse pas qu'au bois rond industriel. Son originalité vient aussi du fait qu'elle s'attache à quantifier d'autres biens et services forestiers liés par exemple à la biodiversité, aux loisirs, à la cueillette…

Contact : Jean-Luc Peyron, UMR INRA-ENGREF Économie forestière", Nancy.

Une cryobanque pour préserver la diversité génétique des espèces aviaires domestiques

Une collaboration regroupant l'INRA et de très nombreux partenaires (professionnels de la filière avicole, ministères de la recherche et de l'agriculture…) a permis de mettre en place une cryobanque aviaire. Celle-ci fait partie du groupement d'intérêt scientifique "Cryobanque Nationale", qui conserve des cellules animales congelées, principalement sexuelles (gamètes et embryons) dans un but à la fois de préservation de la diversité génétique de ces espèces, et de reconstitution ultérieure de populations. Présentant un interêt patrimonial indéniable, la cryobanque aviaire peut aussi fournir de nouveaux outils de mesure du progrès génétique, et des échantillons d'étude très divers.

Contact :Élisabeth Blesbois,Recherches avicoles, "BioAgresseurs, Santé, Environnement", Tours ; UMR INRA-INA-PG "Génétique et diversité animales", Jouy-en-Josas.

CRIAA Aliment Recherche
initiative de 5 organismes publics de recherche : INRA, AFSSA, CEMAGREF, CIRAD et IFREMER
www.inra.fr/aliment-recherche

Une fromagerie pilote originale pour l'analyse des risques sanitaires

Une fromagerie pilote originale a été reconstruite au sein de l'unité de Recherches laitières et Génétique appliquée grâce à des financements de l'INRA et de la région Ile-de-France. Ce nouvel atelier, de niveau 2 pour la sécurité microbiologique, permet de finaliser des programmes de recherches dans le domaine de l'écologie microbienne, de l'analyse et de la modélisation des risques sanitaires dans les produits laitiers.

Contact : Agnès Delacroix-Buchet, URLGA-INRA Jouy-en-Josas.

Analyse cinétique comparative de deux souches industrielles de *Lactococcus lactis*

Des chercheurs se sont intéressés à deux souches industrielles de *Lactococcus lactis*. Une analyse cinétique comparative de ces souches dans des conditions proches du procédé industriel d'acidification du lait a été réalisée. Elle montre que l'utilisation de l'une de ces 2 souches permet une acidification plus rapide et qu'une supplémentation du lait en acides aminés augmente l'acidification quelle que soit la souche utilisée.

Contact : Pascal Loubière, UMR INRA-INSA T-CNRS Biotechnologies, Bioprocédés, Toulouse.

Formation de composés d'arôme par trois espèces de lactobacilles de l'emmental

Afin de sélectionner, à terme, les levains à partir de leur pouvoir aromatisant, des chercheurs de l'INRA ont comparé l'aptitude de trois espèces de lactobacilles de l'emmental à produire des composés d'arôme volatils ramifiés.

Contact : Anne Thierry, Science et Technologie du Lait et de l'œuf, Rennes.

Biocapteur optique déterminant la nature du traitement thermique subi par un lait

Des chercheurs de l'INRA ont développé un biocapteur permettant de déterminer, en quelques minutes et avec précision, la nature du traitement thermique subi par un lait.

Contact : Didier Dupont, INRA-URTAL Technologies et analyses laitières, Poligny.

Évaluation des risques allergéniques liés à l'emploi d'activateurs de résistance sur le pommier

Des chercheurs ont évalué les risques allergiques des pommes traitées par des produits phytosanitaires à base d'acibenzolar-S-methyl (ASM). Ce produit phytosanitaire est capable d'enclencher chez la plante une réaction de défense envers de nombreux agents pathogènes. Ces produits sont regroupés sous le nom de Plant Activators (PA) ou activateurs de résistance. Leur avenir est prometteur puisqu'ils représentent une alternative à l'utilisation des plantes transgéniques et à la lutte chimique classique (limitation du développement de souches résistantes aux pesticides classiques). Cependant ces traitements entraînent une modification de l'expression génique de la plante et donc de sa composition protéique, avec une accumulation de protéines de défense de type PR-10 responsables de la majorité des allergies croisées pollen/fruits. Cette étude évalue le risque pour le consommateur lié à l'accumulation de ces protéines dans les fruits.

Contact : Pascal Poupard, INRA-UMR Pathologie végétale, Angers.

Prédire la croissance bactérienne dans les aliments

La prédiction de la croissance bactérienne dans les aliments a été réalisée par des chercheurs de l'INRA en combinant trois modèles prédictifs, un modèle thermodynamique, un modèle de croissance bactérienne et un modèle de transfert d'eau. Le champ d'investigation étant immense, les chercheurs de l'INRA l'ont réduit à un micro-organisme modèle, *Listeria innocua*, un procédé modèle, le séchage dans une soufflerie, et à un aliment modèle, un gel de gélatine.

Contact : Isabelle Lebert et André Lebert, Recherche sur la Viande, Clermont-Ferrand.

[1] "Characterisation of volatile effluents of livestock buildings by solid-phase microextraction", F. Begnaud, C. Peres et J.-L. Berdagué, International *Journal of Environmental analytical chemistry*, 83 (10) : 837-849 oct 2003.

[2] B. Layer, C. Walter, P. Mérot "The effects of hedgerows on soil organic carbon storage in hillslopes" in Soil use and management, 2003, 19, 201-207.

INRA Partenaire

Au-delà du contexte politique actuel, les réflexions sur l'avenir de la recherche font souvent référence au "modèle" américain, il nous paraît intéressant d'apporter des éléments d'information sur l'organisation de la recherche publique dans ce pays et sur les travaux scientifiques développés avec l'INRA.

La recherche publique aux États-Unis...

Partenariat avec l'INRA

Nos relations scientifiques avec les USA n'échappent pas aux aléas des relations entre nos deux pays et fonctionnent souvent comme un bipôle tout à la fois attraction/répulsion ou modèle/contre-exemple ou bien collaboration/compétition.

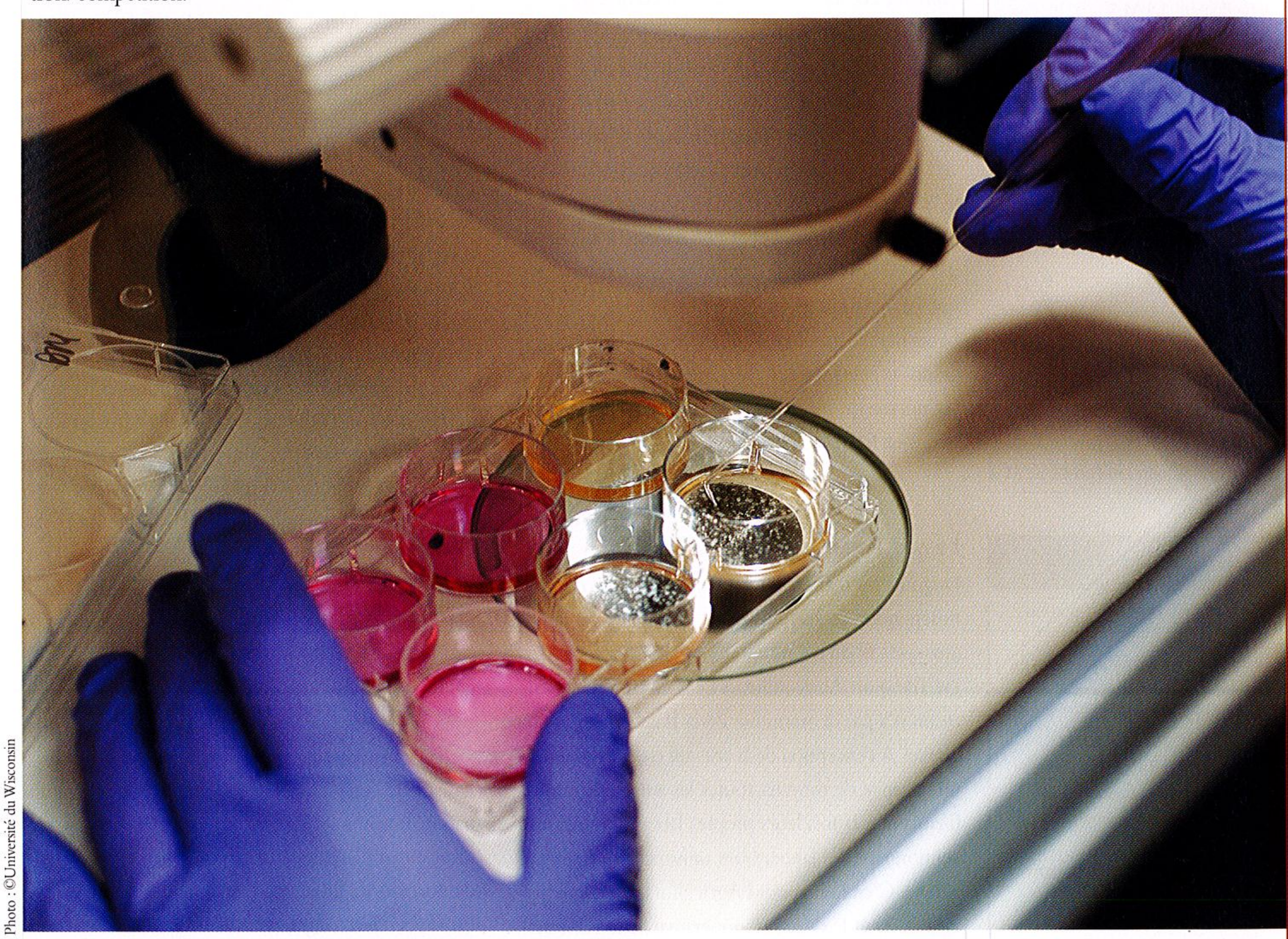


Photo : ©Université du Wisconsin

En résumé, il faut retenir que :

• **La R&D aux États-Unis** tient une place majeure dans l'économie et l'univers politique du pays. Elle constitue l'une des clés de la puissance américaine. Elle fait de ce pays un pôle presque incontournable de la coopération et aussi de la compétition scientifique.

• **Les grandes universités américaines,** publiques ou privées, constituent l'une des pièces majeures du dispositif de la R&D mais représentent beaucoup plus que cela par leur insertion dans l'économie et dans la vie intellectuelle du pays.

• **Denses et diversifiés** tels sont les échanges conduits depuis longtemps par les chercheurs de l'INRA avec leurs homologues aux États-Unis.

• L'INRA a engagé une **structuration de sa collaboration avec quelques partenaires-clés** tels que l'ARS-USDA (Agricultural Research Service), la NSF (National Science Foundation) et des universités publiques, telle l'université de l'Illinois à Urbana-Champaign.

INRA Partenaire

La recherche aux États-Unis

La R&D fait consensus aux États-Unis pour être un des atouts-clés de la puissance. Elle bénéficie d'un appui quasi inconditionnel du Congrès et du monde politique. L'opinion publique américaine accorde une immense confiance aux "résultats de la Science".

En 2003, la R&D, publique et privée, a disposé de près de 300 milliards de $. Ces trente dernières années ont vu la part de la recherche financée par les industries rattraper, puis dépasser, celle financée par le gouvernement fédéral. En maintenant une croissance forte, elle représente aujourd'hui les deux-tiers de l'effort national. Le financement public est resté stable (environ 30%) alors que le financement privé a triplé (environ 70%) depuis les années 60.

La recherche aux États-Unis s'organise autour de 3 grands types d'acteurs : **le gouvernement fédéral, les universités et le secteur privé à la fois entreprises et fondations.**

Le gouvernement fédéral

Le gouvernement fédéral intervient via des Agences indépendantes comme la NASA, les NIH ou la NSF (voir encadré ❶) ou des ministères (Défense, Santé, Énergie, Transport, Agriculture...). Le gouvernement américain n'a pas de ministère de la Recherche en tant que tel. À l'exception de la NSF qui est exclusivement une agence de moyens, toutes les autres institutions financent à la fois leurs propres laboratoires et subventionnent des laboratoires universitaires essentiellement. C'est le cas pour l'Agricultural Research Service (ARS) et le CREES (Cooperative State Research, Education, Extension Service) de l'USDA (Ministère fédéral de l'Agriculture).

- La recherche agronomique

L'ARS de l'USDA [1]

L'Agricultural Research Service est un service du Ministère fédéral de l'Agriculture (USA) et s'intègre dans l'ensemble de la mission "Research, Education, and Economics" qui regroupe Agricultural Research Service, Cooperative State Research, Education, and Extension Service (CREES), Economics Research Service (ERS) et le National Agricultural Statistic Service.

L'ARS a été créé en 1942 puis profondément remanié dans les années 1950. Il compte environ 6 000 agents permanents (fonctionnaires) dont 2 100 chercheurs et une centaine d'implantations de recherche dont deux à l'étranger, un laboratoire en Argentine à Buenos Aires et un autre en France à Montpellier [2]. Ces installations peuvent appartenir en propre à l'ARS, par ex. Beltsville, Maryland (siège de l'ARS), Peoria Center, Illinois, Clay Center, Nebraska, ou être implantées dans des universités publiques de type Land Grant, en quelque sorte en UMR, par exemple à l'université du Missouri à Columbia pour la génomique du maïs, à l'université de l'Illinois à Urbana-Champaign, pour les collections de soja... L'ARS gère également différentes banques de gènes aux États-Unis.

L'ARS est un partenaire important de la recherche agronomique des États-Unis, il faut cependant le replacer au sein du dispositif global de la recherche agronomique américaine avec les entreprises et les universités. Le budget public de recherche agronomique doit additionner la ligne ARS et la majeure partie de la ligne CREES soit un ensemble évalué à 2 milliards de $ en 2004. Le budget prévu de l'ARS [3] en 2004 est de 1 034 millions de $ (1 066 en 2003 et 1 050 en 2002) celui du CREES de 1 019 millions de $ (1032 en 2002 ; 1 072 en 2002) et l'ensemble Research, Education, and Extension est de 2 266 millions de $ (2 312 en 2003).

- Enseignement supérieur et universités

La part de l'enseignement supérieur dans le produit national brut américain est d'environ 3%. Sur 4000 institutions d'enseignement supérieur, 1750 offrent des formations limitées à 2 ans, ce sont des *community colleges, junior colleges, technical colleges*. Les universités proposant des études doctorales et comprenant des laboratoires de recherche représentent environ 250 établissements.

Plus des trois-quarts des 14,5 millions (chiffres 2001) d'étudiants américains sont inscrits dans des institutions publiques d'enseignement supérieur qui dépendent de l'État, du comté *(County)*, ou d'une ville. Aucune ne dépend du Département fédéral d'Éducation. Il n'y a ni ministère (Department) ni budget fédéral de l'enseignement supérieur.

Aux États-Unis, les classements selon des critères les plus variés sont très prisés, les universités n'échappent pas à ce "ranking" et des publications spécialisées [4]

Budget fédéral de la R&D aux États-Unis

- **117,3 Milliards de $ en augmentation de 13,8%**
- **Le budget des NIH a doublé en 5 ans à 26,2 M $ en 2003.**
- **Celui de la NSF double d'ici 2008, actuellement 3,9 M $**
- **Recherche fondamentale et finalisée de l'ARS 1,7 M $**

La ventilation du budget

(FY2004 Budget Summary, www.usda.gov) par grands programmes, millions $

- Science Végétale 355
- Science Animale 191
- Transformation des produits ..180
- Sciences de l'environnement (sol, eau, air, ...) 102
- Nutrition humaine 77
- Systèmes Agraires intégrés........41

Répartition des rôles entre les acteurs

- **Universités : opérateurs autonomes et responsables de recherche, formation de scientifiques motivés, recrutement des personnes, investissements (bâtiments, équipements, plateformes...).**
- **Gouvernement fédéral : orientations stratégiques, financement (programmes, grands équipements nationaux).**
- **Entreprises et grands donateurs : orientations.**
- **États et autres donateurs : accompagnement.**

D'après :
- "Quelques caractéristiques de l'enseignement supérieur et de la recherche aux États-Unis" par *Laurent Buisson*, ministère délégué "Recherche et nouvelles Technologies", 2003.

1 Pour en savoir plus : www.usda.gov

2 ECBL European Biological Control Lab (contact : http//oirp.ars.usda.gov).

3 Le Budget 2004 global de l'USDA est de 105 730 millions de $ (106 694 en 2003)

4 La plus utilisée est US News : www.usnews.com/edu/college/cohome.htm



Photo : ©Université de l'Illinois à Urbana-Champaign

livrent chaque année les cotations des universités, collèges selon les disciplines, les débouchés, la qualité de vie, le coût, les sports...

Citons les universités communément admises parmi les plus prestigieuses.

Parmi les meilleures **universités publiques** :

- l'université de Californie [5] avec 9 campus dont UC Berkeley, UC Los Angeles, UC Davis, accueille environ 200 000 étudiants. Le budget de la recherche académique californienne est de l'ordre de 2,7 milliards de $ (dont 72% provient du Fédéral et 14% de l'État de Californie et 11% des entreprises),
- les universités des principaux États du Midwest avec celle du Wisconsin à Madison, de l'Illinois avec 2 campus importants l'un à Urbana-Champaign et l'autre à Chicago, du Michigan l'une à Est-Lansing (Michigan State U.) et l'autre à Ann Arbor (U. of Michigan), de l'Indiana avec Purdue et l'université de l'Indiana à Bloomington, de l'Iowa avec le campus d'Ames, de l'Ohio avec le campus de Columbus qui compte plus 56 000 étudiants,
- l'université de Texas A&M.

Parmi les **universités privées**, citons les plus connues : Yale, Stanford, Chicago.

Les collèges et universités aux États-Unis ont dépensé en recherche en 2001 près de 33 milliards de $ dont environ 60% de source fédérale. Plus de la moitié de ce soutien est consacrée à la recherche médicale et aux sciences de la vie.

L'analyse des programmes de recherche d'une université américaine, surtout à travers un parcours sur son site web, est souvent source de confusion. En effet, pour contrebalancer le cloisonnement entre enseignants-chercheurs qui ont tendance à mener leurs labos "comme de petites entreprises autonomes", les diverses agences de moyens ou donneurs d'ordre ont tendance à favoriser des regroupements par compétences ou par complémentarités pluridisciplinaires. Aussi pour répondre à des appels d'offres apparaissent de multiples "Institute", "Centers"..., dont certains n'ont, en quelque sorte, qu'une existence liée à un consortium de projets. Bien sûr, certains ne sont pas virtuels, avec dans le cas des biotechnologies une tendance apparue au début des années 1990 de créations dans de nombreuses universités de centres de biotechnologie comme centre de "ressources" et prestataires" de service pour les unités de recherche plus que de centres de recherche proprement dits.

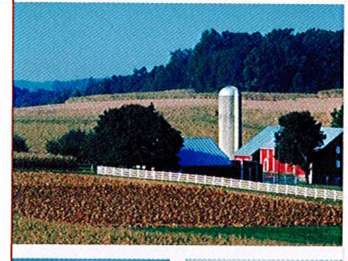
- Un attrait pour les étudiants étrangers

Les universités américaines continuent à attirer les étudiants étrangers, toutefois les nouvelles exigences de sécurité nationale vont, sans doute, freiner cet afflux.

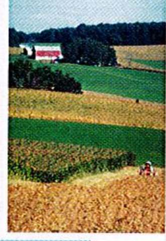
[5] La Californie comptait en 2002, 38 millions d'habitants et un PNB de l'ordre de 1 300 milliards de $ www.ca.gov/state

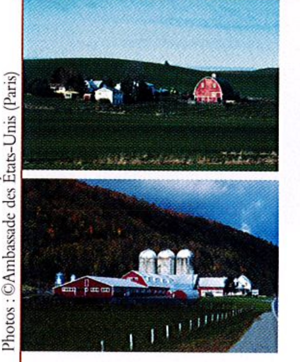
INRA Partenaire

Fermes américaines.









Photos : ©Ambassade des États-Unis (Paris)

Ils étaient 547 867 pour l'année universitaire 2000-2001 -rapport Open Doors 2001 de l'Institute of International Education. Environ 45 à 50% de ces étudiants sont en "undergaduate" (1er et 2e cycle) et 40% en 3e cycle et doctorat. En 1999, sur les 41 140 doctorats délivrés, 22% l'ont été à des étrangers (22%). La majorité des étudiants français aux USA sont des étudiants de grandes écoles d'ingénieurs ou de commerce qui viennent effectuer un semestre d'étude en fin de 2e cycle. Environ un tiers prolonge de six mois à un an ce séjour pour obtenir un diplôme de type "master".

Étudiants étrangers dans les universités américaines en 2001-2002

1er Chine	59 939
2e Inde	54 664
3e Japon	46 497
4e Corée du Sud, Taïwan, Malaisie	45 685
6e Canada	25 279
7e Mexique	10 670
10e Allemagne	10 128
11e G-Bretagne	8 139
12e France	7 273
18e Russie	6 858

La préoccupation constante des ministères des Affaires étrangères et de la Recherche français est de promouvoir et de faciliter le "retour" en France de ces étudiants ou post-docs. C'est ainsi que la Mission scientifique de l'Ambassade de France à Washington, a créé, il y a plus de quinze ans le "Forum USA" qui fait se rencontrer environ 1500 étudiants et une quarantaine d'entreprises, associations ou organismes chaque année, sur une semaine entre Boston, Chicago et San Francisco.

Le risque de "brain drain" a fait l'objet de nombreuses études, conduites par le bureau du CNRS à Washington, sur plusieurs années [6].

"Cerveaux en voyage" plus que "fuite des cerveaux" tel est souvent la qualification de ce mouvement de jeunes chercheurs français aux États-Unis, avec un tropisme particulier pour la Californie dans les domaines des biotechnologies et des sciences de la communication.

2 "Acts" Clés

- **Morill Act de 1862 qui crée les Land Grant Universities,** dans chaque État avec un College of Agriculture et un College d'Engineering pour former des agriculteurs et des mécaniciens, avec en dotation de très vastes domaines agricoles pour créer des fermes "modèles".
- **Bayh-Dole Act :** ensemble des textes législatifs votés à partir de 1980 concernant la propriété intellectuelle des découvertes faites sur fonds fédéraux.

- Un rôle dans le développement économique régional

Les universités sont très intégrées au développement économique de leur région d'implantation et plus particulièrement les universités publiques. Au même titre que l'enseignement et la recherche, le développement régional fait partie des missions des universités. Dans le domaine agricole, les Land Grant Universities assurent le développement agricole, expérimentation et démonstration. Les syndicats agricoles (Farm Bureau) ou les organisations spécialisées de producteurs (maïs, soja, blé, porc, ...) ne sont pas dotés d'instituts techniques spécifiques. En revanche, pour la plupart des productions existe l'équivalent d'une taxe parafiscale, un "check off" sur les volumes récoltés dont les fonds sont attribués à la recherche au sein des universités.

- Une politique volontariste de transfert de technologies

Cette mission de développement économique se traduit aussi par une politique volontariste de transfert de technologie. La gestion de l'innovation a pris son essor à partir des années 1980 et le vote du Bayh.-Dole Act. Les Technology Licensing Offices (TLO) et des "Technology Parks" se sont mis en place et ont su créer une dynamique de transfert de technologies, depuis la cession de licences à la création d'entreprises innovantes. L'Association of University Technology Manager (AUTM [7]) qui fédère 300 institutions de recherche universitaires (dont 22 universités canadiennes) ou fédérales et le même nombre d'entreprises, a identifié en 2000, après enquête auprès de 168 universités, qu'à partir d'un budget global de recherche de 28,1 milliards de $, ces universités ont notamment généré :

- 11 850 déclarations d'invention (disclosures)
- 3 598 brevets
- 4 025 accords de licences, dont plus des 2/3 avec des PME.

Les revenus obtenus ne s'élèvent qu'à 1,2 milliard de $, dont les 2/3 sont générés par 15 universités (Columbia, University of California, University of Wisconsin, les trois plus importantes dans ce domaine). 388 entreprises ont été créées.

AUTM estime à plus de 40 milliards de $ l'activité économique induite par les transferts de technologies et à presque 300 000 emplois créés ou sauvegardés.

Les échanges entre l'INRA et la recherche américaine

Historiquement, à la sortie de la guerre dans la foulée du Plan Marshall, les chercheurs de l'INRA comme l'ensemble des agronomes français ont été très

[6] Qu'il est possible de se procurer sur le site cnrs@cnrs-usa.org. La dernière date de mai 2002 *"Du brain drain" au "back drain" : le long chemin des biologistes français présents aux États-Unis".*

[7] Cette association est partie prenante d'une mise en commun ("pool") d'innovations à travers le Public Intelectual Property Resources for Agriculture www.pipra.org



Photo : Gérard Paillard

New-York.

nombreux à effectuer des séjours aux États-Unis, avec l'objectif de la reconstruction et de l'autosuffisance alimentaire. Ils ont adapté en France de nouvelles pratiques agronomiques, de nouveaux systèmes de gestion, de nouvelles variétés, de nouvelles machines... Cette phase de développement a été très intense jusque dans les années 60 [8].

Depuis les années 80, les relations sont devenues très spécifiques, soit orientées sur des enjeux scientifiques, soit sur des questions économiques de politique agricole liées à la confrontation entre USA et Union européenne.

Actuellement, les États-Unis représentent à la fois un pôle d'attraction de l'excellence scientifique pour les post-docs et les jeunes chercheurs du monde entier, y compris français et aussi une source de compétition pour la construction de collaborations.

Les chercheurs INRA comme tous leurs collègues français et internationaux entretiennent de multiples relations avec leurs homologues, pas forcément de nationalité américaine, dans des laboratoires américains. Le formidable développement des outils de communication, courriel et internet, n'a fait qu'accroître ces échanges. De plus, les nombreux congrès organisés aux États-Unis accroissent les possibilités de contacts. La recherche de publications dans des revues à comité de lecture fait privilégier des co-écritures avec des collègues américains. En moyenne sur ces 5 dernières années, les États-Unis représentent environ 15% du total des 4500 missions à l'étranger recensées de chercheurs INRA.

Les États-Unis demeurent de très loin la première destination choisie des séjours de longue durée, avec 15 à 20 chercheurs INRA par an (19 en 2003) soit environ 40% à 45% de l'ensemble des séjours de longue durée. Chaque année, 20 à 25 chercheurs américains viennent travailler dans des laboratoires de l'INRA.

C'est l'économie agricole qui constitue le premier pôle d'échanges tant en missions, accueils ou séjours aux USA. Le secteur "animal" de la génomique, en passant par la physiologie ou la santé animale fait constamment l'objet de relations et de projets conjoints. Les échanges dans les domaines de la génomique végétale et de la nutrition humaine sont également importants mais plus sujets à des fluctuations.

Parallèlement à ces collaborations établies entre chercheurs et unités de recherche, la direction générale de l'INRA s'est engagée dans une structuration d'une coopération scientifique et institutionnelle avec quelques-uns des "grands partenaires". En 2001, deux accords formels de coopération ont été signés, l'un avec l'ARS USDA principalement axé sur la génomique animale et l'autre avec l'université de l'Illinois à Urbana-Champaign (UIUC), sans fléchage thématique initial, mais actuellement très actif dans le domaine de la physiologie animale. En 2003, une déclaration d'intention a également été conclue avec la NSF.

[8] Cf. Livre de René Dumont *"Les leçons de l'Agriculture Américaine"* publié en 1949.

INRA Partenaire


Photo : Éric Faivre

Geysers / Parc national de Yellowstone.

Pour en savoir plus
La Mission pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France aux États-Unis a publié en mai 2003 un excellent rapport *"les Universités Américaines : quelques données"*. www.France-science.org

Avec l'ARS les échanges entre l'INRA et la recherche américaine à l'échelon des Directions sont fréquents et se concrétisent notamment, depuis plus de 20 ans par des réunions annuelles dites Tetrapartite auxquelles participent les représentants d'Agriculture-Canada et les Britanniques du BBSRC et du ministère de l'Agriculture. En juin 2004, c'est l'INRA qui organise cette réunion à Antibes.

Il est envisagé de poursuivre cette démarche avec d'autres universités publiques de type Land Grant, telles que UC Davis, U. Wisconsin-Madison, Texas A&M. Cette perspective est conduite en concertation avec l'INA-PG. Les accords prévus sont principalement destinés à faciliter les échanges de post-docs et de jeunes chercheurs.

La construction d'un réseau d'universités publiques partenaires et la coopération avec l'ARS constituent un bon outil de veille institutionnelle sur la gestion de la recherche et nombre de thèmes transversaux tels que les perceptions des biotechnologies, la gestion de l'innovation, les pratiques du partenariat, le désintérêt des jeunes pour les carrières scientifiques, les questions éthiques... Le monde universitaire américain est très ouvert aux débats et à l'échange d'expériences.

La place de la recherche et les moyens qui lui sont consacrés, la flexibilité et l'autonomie du système universitaire américain, sont parmi les puissants attraits des États-Unis pour des chercheurs, INRA compris. Un autre intérêt est également de se familiariser avec l'existence d'une communauté scientifique internationale, au sein des laboratoires universitaires américains où travaillent côte à côte des thésards ou des post-docs de tous les pays, parfois jusqu'à la caricature, sans un ou une chercheur de nationalité américaine !

Les universités américaines et certaines agences fédérales constituent pour l'INRA les premiers partenaires de la coopération scientifique, hors Union européenne. La R&D aux États-Unis est quasi incontournable quels que soient les secteurs, compte tenu des moyens considérables dont elle dispose, de la diversité des acteurs de la recherche, du culte de l'innovation et surtout de la volonté de maintenir un leadership mondial.

Pour conclure, quelques notes personnelles

Visiter un campus universitaire américain, c'est découvrir une Amérique et des Américains loin de certaines représentations médiatiques.
L'université aux États-Unis, c'est aussi les anciens élèves (Alumni) à travers leurs donations, témoignage de leur fidélité et du "culte" qu'ils portent à leur Alma Mater. Bien que ces campus, spécialement pour les Land Grant et les College of Agriculture, soient très souvent situés "place of nowhere", ils ne manquent pas de charme tranquille. Ils rivalisent entre eux par la démesure de leurs stades de football américain très souvent de plus de 100 000 places (Université Notre-Dame, IN). Certains campus par leurs sites ou par leur architecture sont exceptionnels (U. Wisconsin-Madison, UC San Diego), d'autres bénéficient d'une intensité activité artistique (U. Indiana à Bloomington pour la musique), sans oublier que certains possèdent des musées de premier ordre (U. de Chicago). Plus surprenant, certaines universités conservent des collections uniques, ainsi c'est à Urbana-Champaign que sont soigneusement déposés et étudiés tous les manuscrits de Marcel Proust.

En tout état de cause et quels que puissent être les différends agricoles, économiques ou diplomatiques franco-américains, je peux témoigner personnellement que la recherche française et l'enseignement supérieur français sont bien connus et estimés par les universitaires américains, et encore plus dans le secteur agricole pour ce qui est de l'INRA. Le mérite en revient en partie à la qualité et à la motivation des étudiants et chercheurs français en séjour aux États-Unis.

1 Les Agences et Départements impliqués dans la R&D aux États-Unis

• National Health Institutes (NIH)
Les 27 Instituts pour la Santé ("*National Health Institutes*") sont les principaux acteurs de l'action fédérale dans le domaine des Sciences de la Vie. Ils fonctionnent en mode intra-muros dans les laboratoires des NIH (situés principalement dans la banlieue de Washington, DC) et aussi comme une agence de moyens en subventionnant largement la recherche universitaire. Relativement indépendants les uns des autres, les actions de chaque institut sont coordonnées par un *Office of the Director.* D'autres centres sont aussi sous la responsabilité du HHS, avec principalement le *Center for Disease Control* (CDC) situé à Atlanta.

• National Science Foundation (NSF)
La mission de la NSF est essentiellement tournée vers la recherche fondamentale et vers l'éducation dans "tous" les domaines de la science et de l'ingénierie. La NSF fonctionne exclusivement comme une agence de moyens en favorisant les financements directs aux chercheurs par une procédure bottom-up contrôlée par des comités d'experts.
Elle assure aussi un rôle au niveau des financements des grands équipements et de nouvelles structures d'excellence comme les STC *(Science and Technology Centers)* ou les NSEC *(Nanoscale Science and Engineering Centers)*.
La NSF est très active pour promouvoir l'enseignement des Sciences et des Mathématiques tout particulièrement.
Son action dans le domaine éducatif porte aussi bien sur les cycles primaires et secondaires que les cycles universitaires.

• National Aeronautics and Space Administration (NASA)
L'action de recherche et de développement de la NASA couvre aussi bien l'exploration spatiale que la recherche liée à l'espace, son développement et son transfert. La NASA a aussi un programme ambitieux en biologie, en physique et en sciences de la terre. Elle effectue ses recherches dans ses propres centres et agit aussi comme agence de moyens.

• National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
La mission de la NOAA est de décrire et de prévoir les changements dans l'environnement de la Terre. Responsable de la conservation des ressources côtières et maritimes, elle est un acteur important des programmes fédéraux liés aux changements climatiques.

• National Institute of Standards and Technology (NIST)
Héritier du Bureau des Standards, le NIST assure un rôle majeur à l'interface entre les mondes universitaire et industriel. En développant les technologies nécessaires à la mise au point de standards, il aide à l'amélioration de la productivité industrielle et facilite le commerce. Les programmes ATP (*Advanced Technology Program*) sont un modèle d'interaction gouvernement-universités-industries.

• Environmental Protection Agency (EPA)
L'EPA est une agence gouvernementale indépendante responsable des problèmes d'environnement. Elle a, de plus, une place privilégiée au sein du gouvernement, son administrateur étant *Cabinet Rank Member.*

• Department of Defense (DoD)
La R&D dans le domaine de la défense est un élément primordial dans le paysage américain. Considérée comme une priorité nationale, la part du militaire est en forte croissance et dépasse aujourd'hui celle du civil. Le DoD a surtout une action de développement mais, vue l'ampleur de ses budgets, consacre une part importante à la recherche ($ 11 milliards).

• Department of Energy (DoE)
Les *National Laboratories* du DoE, et leurs très grands équipements, comptent parmi les principaux acteurs de la recherche aux États-Unis dans le domaine des Sciences physiques. Ils sont impliqués à la fois dans le militaire (pour le domaine nucléaire) et le civil.

• Department of Homeland Security (DHS)
Le Président Bush a signé courant novembre 2002 le décret de loi instituant ce nouveau département dans le gouvernement des États-Unis.

D'après la note du 17.10.2003
par Serge Hagège, MS&T Washington.
Ambassade de France aux États-Unis.

Les grands programmes inter-disciplinaires aux États-Unis

• Technologies de l'information
Les principaux efforts sont portés sur le calcul à haute performance, la sécurité des réseaux, la robustesse des logiciels et des systèmes, la technologie des capteurs, la miniaturisation des architectures et l'interface homme machine.

• Changement climatique et développement durable
Mis en place depuis plus de 10 ans, l'*US Global Change Research Program* (US-GCRP) a porté ses travaux sur la couche d'ozone, les changements climatiques et l'évolution de la couche terrestre. Deux nouveaux programmes ont été mis en place par l'administration Bush : le *Climate Change Research Initiative* (CCRI), pour une meilleure évaluation des données scientifiques sur les changements climatiques, et le *National Climate Change Technology Initiative* (NCCTI) sur les gaz à effet de serre et les technologies de pointe (piles à combustible et centrales géothermiques).

• Nanosciences et nanotechnologies
Projet phare du XXI[ème] siècle, il a été lancé par l'administration Clinton et repris avec plus de force encore par les Républicains. Il couvre l'ensemble des recherches permettant de manipuler et de contrôler la matière à l'échelle atomique (nanomètre).

• Sécurité intérieure
Ce programme va bien au-delà des activités de R&D du département de la Sécurité intérieure. Globalement l'effort 2004 est équivalent à celui de 2003 mais les contours de responsabilité de chaque Agence ou Département n'est pas encore bien défini. Les NIH restent encore les principaux acteurs dans le domaine. Le HSARDA (le "DARPA" de la sécurité intérieure) coordonne les actions R&D du nouveau Département.

Le monde universitaire américain est fondamentalement ouvert et toujours en quête d'idées nouvelles, beaucoup d'universitaires se sentent appartenir à une communauté scientifique et intellectuelle internationale qu'ils côtoient à travers les étudiants ou collègues "internationaux"[9].

Bernard Charpentier,
Mission des Relations internationales



Photo : ©Terra, Foundation for the Arts

Thomas Moran, Autumn on the Wissahickon, 1864. Terra Foundation for the Arts, Musée d'art américain Giverny.

[9] Américanisme, on utilise toujours aux États-Unis le terme "International" plutôt que l'adjectif "étranger", "foreign".

INRA Partenaire

Symposium sur la sécurité sanitaire des aliments,
L'INRA présente ses programmes de recherche.
Salon international de l'alimentation, Shanghai, 30-31 mars 2004



Photo : André Delplanque

Voir aussi *INRA mensuel* n°116, avril-mai 2003, Le Point "La Chine et l'INRA, un partenariat de longue date" et Résonances "Impressions de Chine".

L'INRA a présenté ses travaux de recherches et quelques-uns de ses résultats, le 30 mars à Shanghai, dans le cadre d'un symposium sur la sécurité sanitaire des aliments. Ce symposium international a été inauguré par Franz Fischler, Commissaire européen à l'agriculture et à la pêche.

Depuis plusieurs années, l'INRA a installé une représentation permanente à Pékin permettant de focaliser les efforts sur des thèmes prioritaires pour les deux partenaires, à travers la formation de scientifiques chinois, le montage de projets de recherche et les échanges en réseau avec les équipes de l'INRA ainsi que le transfert de technologie avancée, dont la Chine est fortement demandeuse.

Il s'agit principalement de collaborations dans certaines filières de l'agro-alimentaire, utilisant les compétences reconnues développées par l'INRA tant pour la production agricole que la transformation des produits, ainsi que son expertise en matière de sécurité, d'évaluation et de prévention des risques.

Après le congrès franco-chinois de Hainan sur l'agriculture et la biosécurité, en 2001, co-présidé par Marion Guillou, directrice générale de l'INRA, différents domaines de coopération avaient été identifiés, dont la génomique et la sécurité sanitaire des aliments en particulier.

L'INRA et les scientifiques chinois collaborent notamment dans la filière porcine, la filière blé, et en particulier dans la filière laitière avec la maîtrise reconnue de l'INRA en matière de qualité du lait et d'amélioration et de transformation des produits laitiers (microfiltration, ultrafiltration, fermentations…).

D'autant que la Chine, confrontée à un exode rural sans précédent et à la modernisation de l'ensemble de son économie a lancé plusieurs projets ambitieux, notamment en matière de développement agroalimentaire, de plus en plus axé sur les marchés des consommateurs des villes.

Les autres champs de collaboration couvrent de vastes thématiques sur l'environnement et la production agricole (traitement des boues, télédétection et di-minution des crues, déforestation, aménagements hydrauliques de bassins fluviaux, gestion de serres de production potagères et florales, dépollution atmosphérique...).

Dans le cadre de l'année de la France en Chine, des rencontres officielles sont prévues à l'automne 2004 concernant également ces domaines de coopération. (Communiqué de presse du 29 mars 2004).

Contact relations internationales INRA :
Philippe Ferlin, directeur,
Mission Relations internationales,
philippe.ferlin@paris.inra.fr
Zheng Li, bureau permanent INRA à Pékin, zhengliinra@sohu.com

Résonances

Les fermes de France vues par l'armée américaine en 1944

2004 est le 60ème anniversaire du débarquement en Normandie puis en Provence ; à cette occasion, voici quelques extraits du "guide de poche de la France" (74 pages) préparé par l'armée américaine et remis à chacun des soldats qui partaient pour la France.

Ce carnet comporte différentes rubriques :

- *pourquoi allez-vous en France ? ces premières pages soulignent le rôle personnel de chacun dans quelque chose d'essentiel : "les démocraties ne se font pas des faveurs en se battant les unes pour les autres dans les moments où l'histoire devient dure. Nous sommes tous dans le même bateau…" Dans "Mein Kampf", Hitler expose son plan pour détruire la France en premier, puis l'Angleterre et les États-Unis…*
- *le soldat des États-Unis en France : rencontrer les gens/sécurité et santé/vous êtes un invité de la France/"Mademoiselle"*
- *quelques pages sur l'histoire de France : Occupation/Résistance/des interventions nécessaires/un rapide regard sur l'origine/les Français vont à l'église/le système de gouvernement*
- *quelques lieux d'observations : les provinces/les cafés/les fermes/les régions/les ouvriers/les lieux touristiques*
- *en conclusion*
- *en annexe : le système décimal/un lexique/les indications importantes/des conseils de prononciation : I am hungry : j'ai faim : jay fang ; I am thirsty : j'ai soif : jay swaf.*

Nous reprenons ici ce qui concerne **les fermes**

"Avec deux millions de Français toujours prisonniers en Allemagne, soit dans les camps de concentration, soit en travail obligatoire en usine comme des esclaves [1], vous ne trouverez probablement pas les villes, les maisons ou les fermes en bon état. Des milliers d'Américains avaient l'habitude de venir en France chaque année pour la beauté de ses paysages. Ce ne sera peut-être pas apparent aujourd'hui. Les Français peuvent ne pas éprouver de fierté de "l'état des choses" actuel, donc n'insistez pas. Rappelez-vous simplement qu'un sixième de la population civile a dû fuir sur les routes lorsque les nazis ont envahi le nord de la France. Beaucoup ont perdu jusqu'au moindre meuble et sont venus s'ajouter à d'autres familles dans l'inconfort et la pauvreté, loin de chez eux. Les usines françaises ont été prises par les agents d'Hitler. Depuis trois ans, les Français n'ont pu renouveler leurs vêtements. Les fermiers ont dû faire le pain avec les semences qu'ils conservaient pour planter au printemps.

Dans ces conditions dues aux nazis, aucune ferme française ne peut être à son mieux alors que les agriculteurs français sont parmi les meilleurs. Ils constituent la classe la plus importante, la classe paysanne : environ 40% de la population française vit de la terre. Ne pensez pas qu'en France "paysan" signifie "rustaud"*. Les paysans français sont sagaces, pratiques, conservateurs et ils réussissent.



"French provincial town"

Par exemple, vous feriez une erreur de supposer que le paysan français n'est pas à la hauteur simplement parce qu'il laboure avec des chevaux, s'il en reste, ou avec des bœufs. Il sait ce qu'il fait et pourquoi. Le paysan français a toujours utilisé et élevé un cheval de labour, beau, particulièrement grand, le Percheron.

Ses sabots [2] viennent de son caractère prévoyant. Les jours et les nuits d'été en France ne sont pas chaudes comme dans notre Middle West. La terre n'est pas déforestée car depuis des siècles, les Français ont replanté les arbres qu'ils avaient coupés. Ainsi, les rivières françaises coulent toute l'année et le sol est froid et humide. Le paysan porte des chaussures en bois car cela isole ses pieds de l'humidité et de la boue mieux que ne le ferait du cuir. Il peut sembler pittoresque ; son objectif est d'être pratique. Sa bienveillance peut être importante pour vous. Pendant des générations, de père en fils, le paysan français s'est construit une bonne vie et a mis de côté un peu d'argent. Beaucoup de familles ont travaillé la même terre depuis un millier d'années. Les discussions acharnées à propos des moyens d'économiser du travail ou de gadgets électriques n'ont probablement pas d'intérêt à leurs yeux. Il connaît son affaire et la fait fructifier en paix. Il utilise des bougies ou des lampes à huile ou à charbon comme vos grands-parents. Sa femme fabrique son balai avec des branches coupées dans les haies. La théorie en matière agricole est simple : tout utiliser, ne rien perdre. Sa petite ferme paye : 40 hectares constituent une grande ferme. La terre est précieuse. Posséder sa propre terre, c'est être quelqu'un. Bien qu'elle soit petite, la France a à peu près les mêmes variétés de cultures que chez nous. Les fermes les plus riches sont en Normandie, terre du beurre, des œufs, des fromages et de prairies". ■



* "Don't think that peasant means hick in France"



"Dans l'espoir d'obtenir quelques légumes, les ménagères font la queue des heures pour rentrer les mains vides parce que les marchandises ont été interceptées…"

[1] Note de la traductrice : STO Service du Travail Obligatoire en Allemagne.

[2] Note de la traductrice : pendant la guerre de 39-45 ce ne sont pas simplement les paysans qui portaient ces chaussures en bois mais la France entière, les villes, Paris compris. Il existait même une version articulée. Le cuir partait en Allemagne. Le peu qui réchappait aux réquisitions servait aux chaussures des hommes. Une chanson de Maurice Chevalier évoquait le bruit caractéristique de ces chaussures dans les rues : *"J'aime le tap tap des souliers en bois. Cela me rend gai, cela me rend je ne sais quoi…"*

Nature

Pommes, poires, pêches, abricots...
Le verger du Jardin du Luxembourg


Photo : ©Jardin du Luxembourg

Fruitiers, verger du Jardin du Luxembourg.

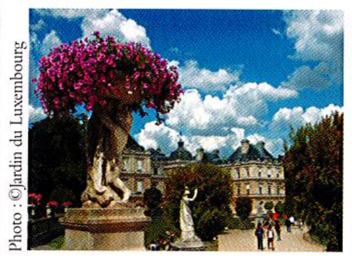
Le Centre international de recherche pomologique et de documentation fruitière (précédemment Centre de Pomologie La Mazière) a été créé en 2000 par Christian Catoire, en vue de sauvegarder, valoriser et augmenter un fonds de documentation fruitière exceptionnel qu'il a réuni en 25 années de recherches. Ce dernier se compose d'une bibliothèque pomologique [1] quasi exhaustive, riche de près de 800 ouvrages en langues française, anglaise, allemande, russe et italienne entre autres (édités au cours des trois siècles précédents) d'environ 5000 documents divers et surtout de 70 000 dossiers d'espèces et de leurs variétés, constitués à partir de cette bibliographie. Il est sans doute l'un des conservatoires bibliographiques privés le plus important au monde sur les fruits comestibles [2].

Grâce à cette documentation, le Centre assure depuis plusieurs années un rôle d'identification et d'authentification des variétés fruitières et notamment, des innombrables variétés anciennes encore existantes dans nos vergers, dont les origines et les dénominations sont devenues confuses ou sont oubliées. Du même coup, le Centre participe à la sauvegarde d'un patrimoine végétal qui peut être précieux pour la sauvegarde des variétés locales de valeurs, pour l'amélioration et la création variétale de l'avenir, et à la sensibilisation de l'opinion à la notion de biodiversité. On sait que l'étroitesse de la base génétique des variétés les plus cultivées expose leurs cultures à des risques phytosanitaires accrus.

Le Centre de Pomologie est en relation suivie dans ces domaines d'activités, avec des interlocuteurs, privés et publics, locaux, nationaux et internationaux ; il participe à des animations et à des colloques et diffuse ses travaux dans des ouvrages et des articles de presse.

Ses activités, ses méthodes et ses collaborations sont détaillées dans une publication récente [3]. Parmi les exemples proposés, nous avons choisi le Jardin du Luxembourg à Paris.

Le Jardin du Luxembourg


Photo : ©Jardin du Luxembourg

L'actuel jardin du Sénat hérite d'un verger dont les premiers arbres ont été plantés vers 1650 par le moine chartreux Alexis dont l'ordre possédait là, depuis l'époque de St Louis, 40 hectares de terres. En quelques décennies, les

[1] La pomologie, du latin *pomum*, est la discipline scientifique qui traite de tous les fruits comestibles ; c'est une partie de l'arboriculture fruitière. Jusqu'ici le Centre s'est principalement consacré à l'étude des espèces et variétés adaptées aux climats tempérés et méditerranéens.

[2] Depuis l'année 2000, le Centre de Pomologie est accueilli par la ville d'Alès qui lui apporte un soutien logistique et opérationnel très précieux dans un lieu convivial où a pu prendre place une grande partie de cette bibliothèque.

Nous en avons parlé dans l'*INRA mensuel* n°86, décembre 1995 : Histoire(s) de fruits. La remarquable bibliothèque du centre de pomologie "La Mazière".

CIRPDF "Christian Catoire"
30 rue des Acacias, 30100 Alès
tél. 04 66 56 50 24

[3] Le Centre de Pomologie, un conservatoire documentaire sur les variétés fruitières, février 2004, 20 pages.

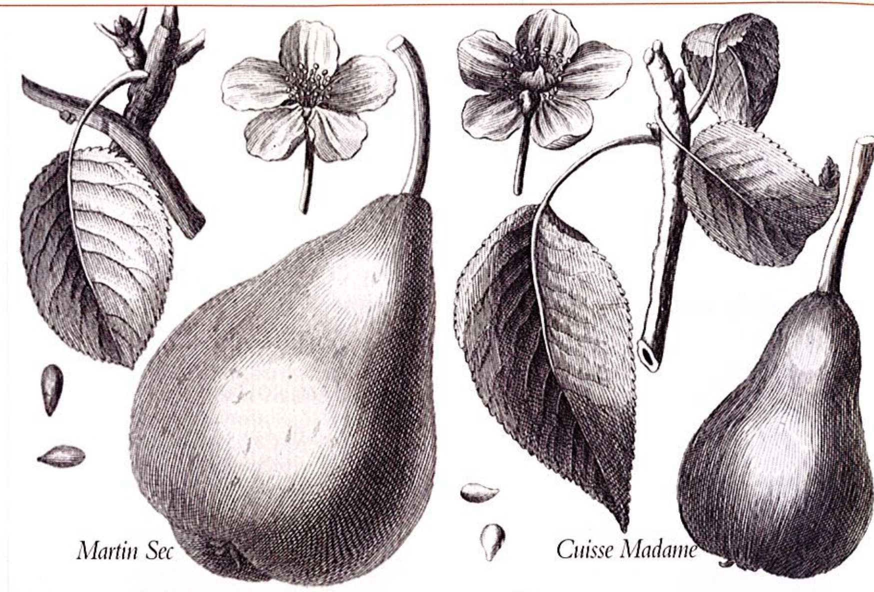
Chartreux constituent, par échanges de greffons, une collection fruitière exceptionnelle qui fera leur renommée et leur richesse et dont ils publieront des catalogues au cours du XVIIIe siècle. Dès 1712, ils produisent et vendent plus de 14 000 plants fruitiers ; peu avant la Révolution, leurs bénéfices nets étaient de l'ordre de 24 à 30 000 fr.

La Révolution les dépossède, le domaine est morcelé, la production abandonnée, mais des arbres subsistent.

En 1950, le verger sert de cadre à des présentations variétales. En 1970, il retrouve son rôle de conservatoire, grâce à une prise de conscience de l'appauvrissement du patrimoine variétal et reprend les échanges de greffons avec d'autres jardins et avec des associations en France et à l'étranger. En 1995, le conservateur entreprend sur le conseil de Christian Catoire, de privilégier la collection variétale du XVIIIe siècle, qui avait fait la célébrité des Chartreux, aux dépens des acquisitions plus récentes. Une restauration rendue possible grâce aux nombreux documents d'époque et en particulier des catalogues chartreux, "les catalogues des arbres à fruit, cultivés dans les pépinières des Révérends Pères Chartreux" de 1752, 1768, 1775 et 1786.

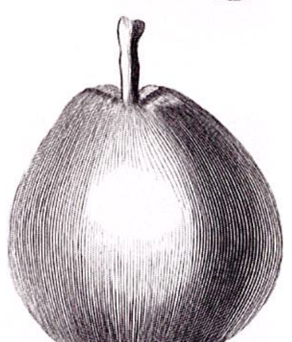
Sur plus de 300 variétés décrites au XVIIIe siècle, 120 ont déjà été identifiées et près de 30 authentifiées. Beaucoup de chemin reste à faire.

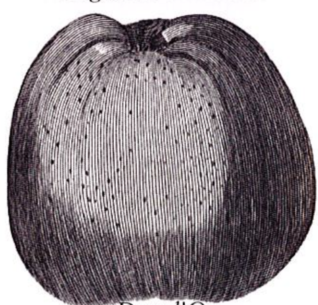
Cette action de verger conservatoire a depuis toujours été associée à une mission de formation sur les techniques du verger. Ainsi, on y trouve des fruitiers en palmette, U simple ou double, en gobelets, toupies, grenouilles ou spindelbush… ■

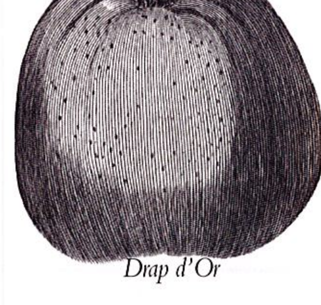


Quelques variétés de fruits des Chartreux retrouvés pour le Jardin du Luxembourg

Espèces	Noms	Synonymes
Abricot	de Hollande	Amande Aveline, Ainpuis,
Pêche	Grosse Mignonne Hâtive	
Pomme	Drap d'Or	Le Vrai Drap dOr, Embroidered apple, Goldzeug
Pomme	Museau de Lièvre	
Pomme	Postophe d'été	Witte Kruid-appel
Poire	Bergamotte d'Automne	
Poire	Bergamotte Crapaud	Bergamotte Crapaud de Mas, Bergamotte Bufo
Poire	Chat Brûlé	Pucelle de Saintonge, Virgin of Xaintonge, Burn
Poire	Petit Blanquet	Poire à la Perle
Poire	Cuisse Madame	
Poire	Martin sec	Dry Martin pear
Poire	Virgouleuse	Vigoulée, Bujaloef, Chambrette, Poire de Glace
Vigne	Raisin Précoce	Morillon Noir Hâtif, Pinot Noir Précoce
Vigne	Grosse perle	Bicane









Cours complet d'agriculture ou Dictionnaire universel d'agriculture, rédigé par l'abbé Rozier & c., Paris Sté d'Agriculture rue et hôtel Serpente, 1789, tome 8.

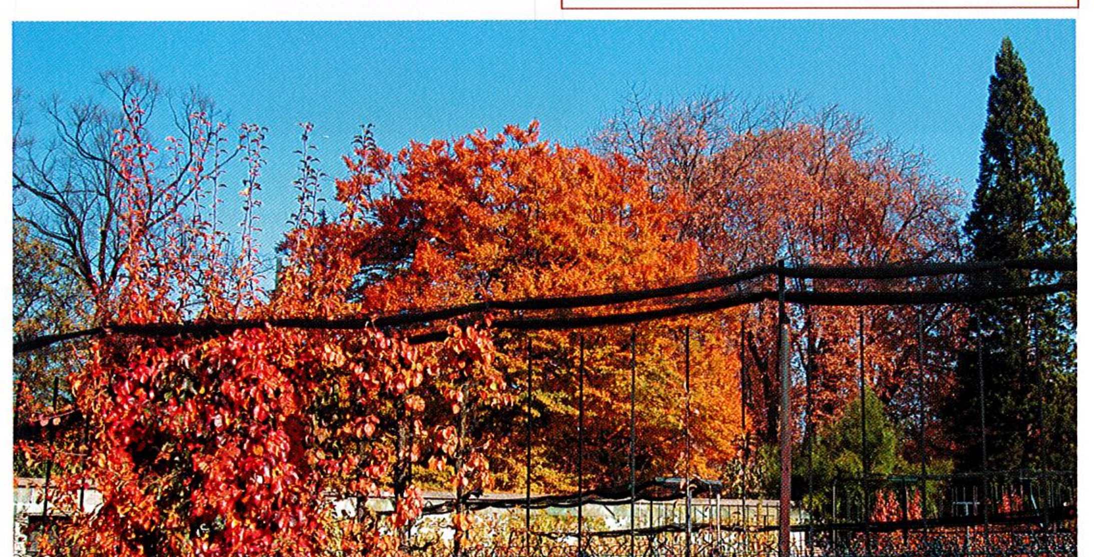


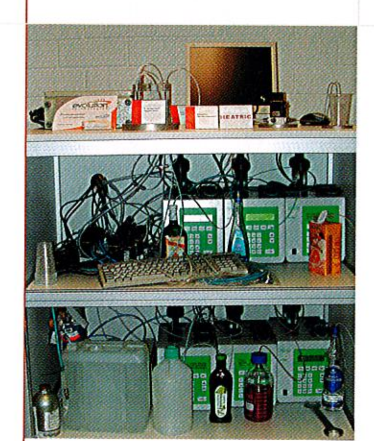
Photo : ©Jardin du Luxembourg

Fruitiers, verger du Jardin du Luxembourg.

Astuce

Une machine pour créer des plats nouveaux

Boris Vian avait imaginé un "pianocktail", qui préparait des boissons appropriées à la musique que l'on jouait. Une collaboration INRA - IMM [1] a permis de réaliser le prototype d'une machine qui crée des plats ou des cocktails nouveaux, non à partir du sentiment exprimé par une mélodie mais à partir de formules mises au point par Hervé This pour la description des systèmes dispersés complexes que sont les aliments : meringues, sauces, viandes, poissons, légumes...



Prototype laboratoire du "pianocktail".



Photos : ©Hervé This



... Comprendre que toutes les préparations alimentaires ne sont en fait que des systèmes "dispersés" n'était que la moitié du chemin. Il manquait à la généralisation une idée due à Antoine-Laurent Lavoisier qui, dans un *Mémoire de l'Académie des Sciences*, introduisit le formalisme en chimie. Ressemblant à de l'algèbre, les formules, mises au point par Hervé This, doivent être considérées comme des notations dont l'objet est de faciliter les opérations de l'esprit.

Pour embrasser davantage de systèmes dispersés alors que les mots ne suffisent pas, le chercheur a introduit des symboles. Les phases utilisables sont les gaz (G), les liquides (E pour l'eau, H pour l'huile) et les solides (S). Par exemple, (S+H)/E décrit les sauces de type crème anglaise, où des agrégats de protéines (S) et des gouttes de matière grasse (H) sont dispersées dans l'eau (E). *

De la création au prototype

Hervé This a proposé aux ingénieurs de l'IMM [1] de mettre des microréacteurs en parallèles et en série, afin de matérialiser des formules. Ces microréacteurs sont des dispositifs gros comme des boîtes d'allumettes, composés de plaques métalliques, munies de canaux. En assemblant deux plaques, on fait aboutir, dans un collecteur, deux entrées où il est possible d'injecter à volonté eau, huile, gaz et/ou solides. Ainsi, ces microréacteurs effectuent des mélanges, des dispersions et forment des émulsions, des mousses, des suspensions. Le prototype rapidement assemblé a démontré qu'une infinité de mets nouveaux, plats ou cocktails, est à la portée des cuisiniers (le nombre de formules possibles est en effet infini).

(Communiqué de presse du 12 décembre 2003) ■

En exemple une formule au hasard : *
((G+S1+H) \ E) \ S2.
Quel goût aura ce plat ? Celui que vous voulez.
Vous pourriez faire ce plat au homard :
- préparer une huile parfumée au homard en brunissant la carapace au four, puis en la cuisant dans de l'huile H
- préparer une purée de homard S1 en broyant la chair du homard
- préparer une bisque de homard E en cuisant des carapaces avec oignons, carottes, thym, laurier, ail, tomates...
- disperser la purée S1 et l'huile H dans la bisque E, à l'aide de gélatine
- faire mousser l'émulsion (on introduit G)
- attendre que le système gélifie (ce qui fait S2)

Je vous propose de le nommer "Homard à la Faraday"

Réponse du chef cuisinier Pierre Gagnaire :
Mon cher Hervé, la recette avec un homard comporte des difficultés techniques. J'ai donc remplacé notre crustacé par des Saint Jacques.
Bon appetit !!

/ = dispersion + = coexistence
Pour la recette :
www.pierre-gagnaire.com/francais/cmodernite/htm

[1] Christian Hofmann et Volker Hessel, Institut für Microtechnik Mainz, Allemagne.

Contact scientifique : Hervé This,
Nutrition humaine et sécurité des aliments, Groupe INRA de gastronomie moléculaire,
Chimie des interactions moléculaires,
Collège de France.

Le Point

Les recherches sur le bien-être animal à l'INRA

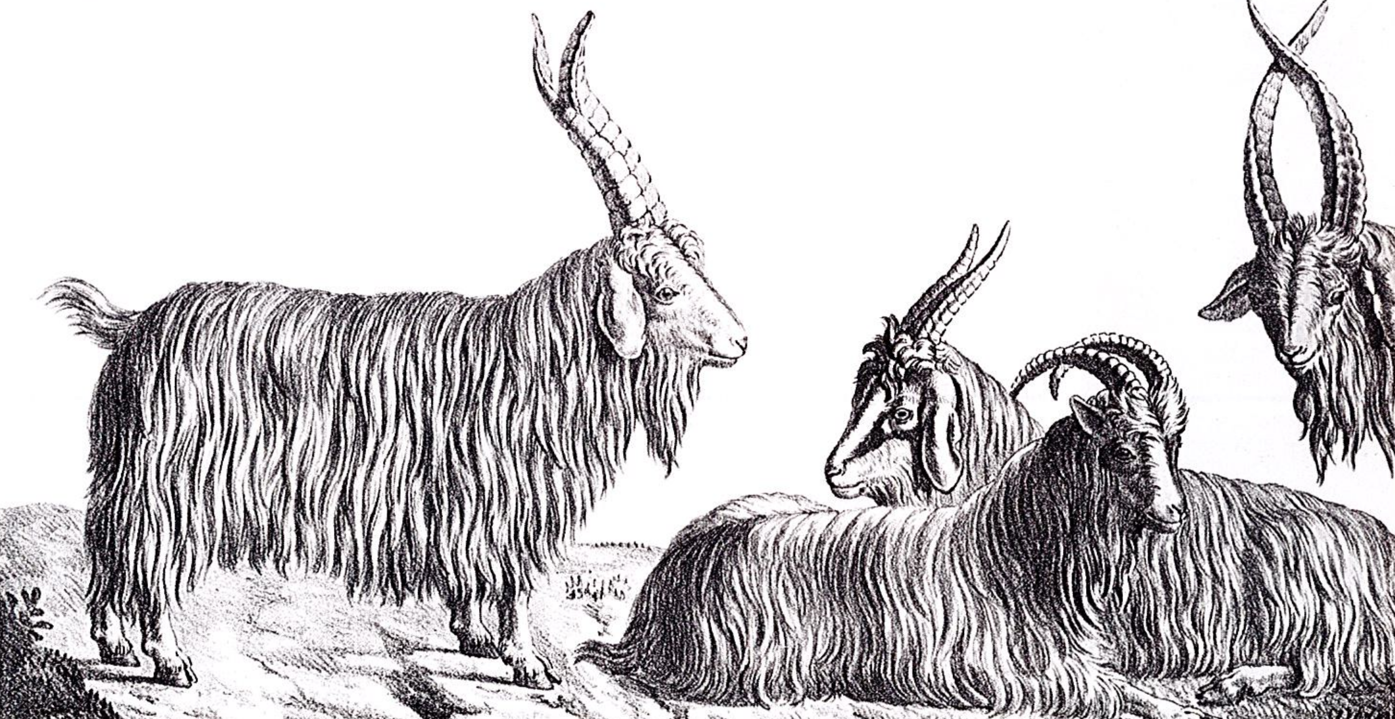
Bilan et perspectives du réseau AGRIBEA

Sommaire

Figures et annexes

Ce dossier est tiré du rapport d'activité 1999-2003 rédigé par le Comité de coordination d'AGRIBEA.

Le souci du respect du bien-être animal est né de la prise de conscience des conditions de vie des animaux et de leurs capacités à ressentir de la souffrance. Ainsi, le livre de Ruth Harrison "Animal machine" publié en 1964 a été le déclencheur d'une politique au Royaume-Uni visant à protéger les animaux utilisés par l'homme [1]. En France, les enquêtes d'opinion [2] montrent que la protection des animaux est devenue une priorité de la société. Se faisant l'écho de cette attente, le Conseil de l'Europe a adopté une série de Conventions, s'accordant sur la nécessité de protéger les animaux dans les élevages, au cours du transport, à l'abattage et en expérimentations [3]. Ces textes généraux sont suivis de Recommandations par espèces [4]. Ils ont également stimulé l'élaboration de Directives par l'Union européenne [5]. Recommandations et Directives sont basées sur les connaissances techniques et scientifiques permettant d'apprécier l'impact des pratiques humaines sur le bien-être des différentes espèces utilisées. À côté de ces mesures réglementaires, des programmes mettant en avant le souci du bien-être animal sont mis en place par des producteurs [1] ou des distributeurs [2].



Nouveau cours complet d'agriculture ou Dictionnaire universel d'agriculture, "d'après feu l'abbé Rozier duquel on a conservé les articles dont la bonté a été prouvée par l'expérience", par les membres de la section d'agriculture de l'Institut de France, ... Paris, Deterville, 1821, nouvelle édition.

Afin de répondre plus efficacement à cette attente sociétale, nouvelle par rapport aux objectifs antérieurs de la recherche agronomique qui visaient la production et la qualité des produits, l'INRA a mis en place en 1999 le réseau *AGRI Bien-être Animal* (AGRIBEA) pour coordonner les différentes recherches menées au sein de l'Institut sur le thème du bien-être animal. Voici un rapide bilan des quatre premières années de fonctionnement d'AGRIBEA.

Que recouvre la notion de bien-être des animaux d'élevage ?

En anglais le terme "welfare" inclut à la fois la notion de bien-être et celle de protection. La protection découle d'une attitude empathique et implique une responsabilité de l'Homme envers les animaux dont il a la charge (animaux de ferme, de compagnie, de laboratoire ou maintenus en captivité). Le terme "well-being" recouvre uniquement le bien-être et peut s'étendre à d'autres catégories d'animaux non concernés par la dite protection. Toutefois, les questions soulevées par

[1] Par exemple, Candia et Lactel pour la filière lait.

[2] Par exemple Cora, Mac Donald.

Le Point

Œuvres complètes de Buffon, suivies de ses continuateurs, Buffon et Daubenton. Bruxelles, Th. Lejeune, 1833, tome 5, planches.





Photos : Alain Beguey

Cailles.

le bien-être des animaux s'appliquent essentiellement aux animaux vivants sous la dépendance de l'Homme. Dans ce texte, nous parlerons essentiellement de "bien-être" et peu de protection animale.

La notion de bien-être animal est un "objet social" qui découle de la conception de l'animal en tant qu'être vivant et sensible [6]. Cette conception trouve son origine notamment dans les mouvements de protection des animaux. Le bien-être des animaux domestiques est maintenant inscrit dans des perspectives socio-économiques. Ainsi, dans les négociations agricoles au sein de l'Organisation mondiale du Commerce, la Commission européenne a défendu la nécessité d'une approche intégrée de la sécurité alimentaire incluant non seulement la production des aliments *per se* mais permettant également d'étendre l'implication de l'Union européenne au niveau international" [7]. Aussi la nécessité de pouvoir "objectiver" la notion de bien-être s'est-elle imposée. Restait à définir comment le bien-être, objet social, pouvait être transformé en objet de recherche.

Les questions de recherches

Du côté des sciences humaines et sociales, les questions auxquelles il est nécessaire de répondre sont nombreuses :

- comment se situe la notion de bien-être animal dans les conceptions philosophiques et éthiques de la relation de l'homme avec le monde vivant ?
- comment envahit-elle le public : pourquoi le consommateur veut-il des produits respectueux du bien-être des animaux ?
- quelle est l'image du bien-être des animaux pour le citoyen ?
- quel est l'impact de la prise en compte du bien-être animal en élevage sur l'économie de la production ?
- ...

Du côté de la biologie, le bien-être a traditionnellement été assimilé à l'adaptation. Par exemple, le bien-être est parfois défini au regard des efforts que l'animal fournit pour s'adapter à son environnement [8]. Un animal qui peut s'adapter aisément dans un environnement respectueux de ses besoins physiologiques et comportementaux est réputé être en état de bien-être optimum. À l'opposé, l'animal qui ne peut atteindre cet optimum, parce que l'environnement qui lui est fourni ne lui permet pas d'exprimer ses besoins comportementaux, est réputé être en état de mal-être. Ainsi, étudier le bien-être des animaux a souvent consisté à décrire le répertoire des réactions d'adaptation comportementale et physiologique face à une situation donnée. Cependant, cette approche se heurte à une impasse car elle ne permet pas d'accéder aux états mentaux des animaux qui sont pourtant cruciaux. En effet, considérer l'animal comme un être sensible et en conclure qu'il a droit au bien-être suppose qu'il n'est pas doté uniquement de réponses réflexes à son environnement mais qu'il est capable d'interpréter celui-ci et d'en ressentir des états mentaux. **En fait, le bien-être est un état subjectif que l'on doit chercher à mesurer objectivement** [9]. Les animaux sont réputés avoir des capacités de perception et de représentation du monde associées à une affectivité positive aussi bien que négative. De telles capacités d'interprétation ont été mises en évidence -encore que l'on ne connaisse pas encore leur étendue exacte- et il a été montré qu'au moins dans les situations extrêmes, ils expriment des réactions de détresse similaires à celles des humains [10]. C'est pourquoi, il est apparu absolument nécessaire de passer de la simple description des réactions à l'environnement à l'identification des **processus mentaux** sous-jacents au bien-être. De l'analyse de ces processus doit dépendre la **définition d'indicateurs** de bien-être utilisables chez les animaux, ceux-ci devant servir à **l'évaluation de leurs conditions de vie** du point de vue de l'animal.

L'organisation des recherches sur le bien-être animal à l'INRA au départ du réseau AGRIBEA

Historiquement, les recherches en bien-être animal à l'INRA ont été réparties dans plusieurs départements (*Économie et Sociologie rurales, Élevage et Nutrition des*

Animaux, Physiologie animale, Hydrobiologie et Faune sauvage… [3]), voire plusieurs directions scientifiques *(Animaux et Produits animaux, Société Économie et Décision).*

Au départ du réseau AGRIBEA, les recherches menées dans les différents départements portaient :
• sur la neurobiologie des comportements adaptatifs au département de Physiologie animale [3] (Tours, Bordeaux)
• sur l'adaptation comportementale aux situations d'élevage au département Élevage et Nutrition des Animaux [3] (Clermont, Tours, Rennes)
• sur les conditions d'abattage au département de Transformation des Produits animaux (Theix ; devenu Caractérisation et Élaboration des Produits issus de l'Agriculture, CEPIA)
• sur la sensibilité des poissons aux composantes physico-chimiques du milieu dans le département d'Hydrobiologie et Faune sauvage [3] (Rennes).

Quelques travaux étaient conduits dans le département Économie et Sociologie rurales (devenu Sciences sociales, Agriculture et Alimentation, Espace et Environnement, SAE2), sur les représentations sociales du bien-être animal et leur impact sur les comportements de consommation (Ivry, Rennes).

À cette dispersion géographique et administrative des équipes s'ajoutait une diversité disciplinaire (comportement, physiologie) et thématique. Malgré des programmes communs favorisés par les actions antérieures (AIP Science du comportement, 1994-1997), les interactions entre groupes restaient limitées. Elles étaient quasi inexistantes entre les biologistes et les chercheurs en sciences sociales.

En 1998, le groupe d'animation transversale "Comportement animal, bien-être, éthique et technologie" concluait à la nécessité d'une structuration de ces recherches. Aussi le réseau AGRIBEA a-t-il été créé puis mis en place début 1999. Robert Dantzer, Frédéric Lévy et Isabelle Veissier ont été chargés de sa coordination.

Les objectifs de la coordination

La mise en place d'AGRIBEA visait à :
• mettre en réseau les chercheurs travaillant dans le domaine du bien-être animal afin de rompre les isolements et développer les synergies entre groupes
• ouvrir les préoccupations de bien-être animal à d'autres groupes :
- à l'intérieur de l'INRA : équipes autres que les équipes de comportement ou de physiologie du stress
- à l'extérieur de l'INRA : instituts techniques mais aussi et surtout universités et grandes écoles (vétérinaires, agronomiques)
• construire des interactions fortes entre sciences biologiques et sciences sociales & humaines
• faire évoluer les chercheurs dans leur démarche afin de dépasser l'approche adaptative du bien-être
• favoriser le passage à l'échelon européen par une meilleure visibilité des recherches françaises dans le domaine du bien-être animal.

Les moyens mis en œuvre

- Construire et étendre le réseau

Au départ, le réseau AGRIBEA était constitué d'une quarantaine de chercheurs INRA des départements cités plus haut. Les douze équipes de départ ont rapidement essaimé à l'intérieur et à l'extérieur de l'INRA. Des éthologistes universitaires ont rejoint rapidement le groupe, ainsi que des ingénieurs des Instituts techniques (Institut de l'Élevage, Institut technique du Porc, Institut technique de l'Aviculture). Actuellement, le réseau compte **plus d'une centaine de membres**, dont 70 chercheurs INRA, 25 enseignants-chercheurs universitaires ou en école supérieure, et 15 ingénieurs de l'AFSSA ou des instituts techniques. Deux chercheurs étrangers francophones sont également rattachés au réseau. Un large **éventail de disciplines** y est représenté : les éthologistes et les physiologistes constituent toujours le noyau dur du réseau mais des zootechniciens, des généticiens, des épidémiologistes, des philosophes, des économistes et des sociologues en font également partie (voir encart ❶).

- Animer le réseau

Une particularité essentielle du réseau a été la mise en place d'une animation scientifique afin d'une part, d'ouvrir la communauté scientifique travaillant dans le domaine du bien-être animal aux différentes approches scientifiques et, d'autre part, de favoriser une prise en charge commune des priorités du réseau par un examen régulier des protocoles et des résultats des actions menées pour les différentes priorités retenues. Depuis juin 1999, des **séminaires** AGRIBEA sont organisés chaque trimestre, sur des sujets d'actualité : émotion, douleur, cognition, statut de l'animal… (voir encart ❷). Ces séminaires sont volontairement transdisciplinaires. Des intervenants, souvent ne travaillant pas dans le domaine strict du bien-être animal, sont invités à donner des conférences afin d'apporter un éclairage extérieur. Ces séminaires rassemblent généralement 30 à 40 participants, INRA ou extérieurs à l'INRA. Ils ont permis de **construire une culture commune** et de **préciser les objets de recherche**. Ainsi, grâce aux interventions de psychologues, nous avons pu trouver des moyens d'aborder les processus mentaux sous-jacents au bien-être animal (cf. infra).

[3] Ces trois derniers départements ont fusionné dans le nouveau département Physiologie animale et Systèmes d'Élevage (PHASE).

Le Point

❶ Équipes du réseau AGRIBEA - Membres INRA

Unité	Département	Centre	Nombre de membres AGRIBEA
(chercheur associé à l'unité de Recherches sur les Herbivores, Theix)	DG	Paris	1
• Laboratoire de recherche sur la consommation	SAE2	Ivry	1
• Station d'Économie et Sociologie rurales	SAE2	Rennes	2
• Unité d'Économie et Sociologie rurales de Grenoble	SAE2	Avignon	1
• Unité sur l'Environnement, techniques, sociétés, politiques économiques	SAE2	Ivry	2
• UMR Économie et Sociologie rurales appliquées à l'agriculture et aux espaces ruraux	SAE2	Dijon	1
• Équipe de recherches sur la Traite	PHASE	Rennes	1
• Station de Recherches avicoles	PHASE	Tours	2
• Station de Recherches cunicoles	PHASE	Toulouse	1
• UMR Physiologie de la Nutrition et Alimentation	PHASE	INA-PG	3
• UMR Veau-Porc	PHASE	Rennes	4
• UR sur les Herbivores	PHASE	Clermont-Fd/Theix	12
• Station de Recherches avicoles	GA	Tours	2
• Institut de recherches sur les Grands Mammifères	PHASE	Toulouse	3
• Station commune de recherches en ichtyophysiologie, biodiversité et environnement	PHASE	Rennes	2
• UMR Neurobiologie intégrative	PHASE	Bordeaux	3
• UMR Neurogénétique et Stress	PHASE	Bordeaux	3
• UMR Physiologie de la Reproduction et des Comportements	PHASE	Tours	12
• UR Neurobiologie des Fonctions végétatives	PHASE	Jouy-en-Josas	1
• Laboratoire d'Épidémiologie animale	SA	Clermont-Fd/Theix	1
• Station de recherches sur la Viande	CEPIA	Clermont-Fd/Theix	4
• Unité de Phytopharmacie et médiateurs chimiques	CEPIA	Versailles	1
• ENVT - Unité associée (jusqu'en 2001)		Toulouse	1

Membres hors INRA

Organisme	Nombre de membres AGRIBEA
• Universités	
Clermont 1	1
Paris 13	2
Paris 1	1
Rennes 1	3
Toulouse	1
Tours	5
Dijon	1
• Écoles supérieures	
ENESAD	1
ENSAM	1
École nationale vétérinaire d'Alfort	1
École nationale vétérinaire de Nantes	2
École nationale vétérinaire de Lyon	1
École supérieure d'Agriculture de Beauvais	1
École supérieure d'Agriculture de Lille	1
École polytechnique	1
• AFSSA et Instituts techniques	
Agence française de Sécurité Sanitaire et Alimentaire	2
Institut de l'Élevage	7
Institut technique de l'Aviculture	
Institut technique du Porc	5
• Étrangers (Belgique)	2

❷ Séminaires AGRIBEA

Date	Thème	Organisation	Lettre*
• 1999			
juin	La réactivité émotionnelle		2
septembre	La douleur chez les animaux d'élevage	J. Servière	3
décembre	Éthique et bien-être animal	F. Lévy	4
• 2000			
mars	Les émotions	R. Dantzer	5
juin	Bien-être et élevage (approches terrain et aspects socio-économiques)	A. Prunier	6
septembre	Réunion interne sur l'organisation du réseau		7
décembre	La cognition animale	F. Lévy et B. Deputte	8
• 2001			
mars	Moyens d'appréciation du bien-être des animaux dans les élevages	I. Veissier	9
juin	Projets scientifiques d'AGRIBEA (état des lieux et perspectives)		10
septembre	Stress et bien-être : approches de génétique moléculaire	C. Beaumont	11
Décembre	Bien-être animal et sciences humaines et sociales	F. Burgat	12
• 2002			
mars	La douleur	J. Servière	13
mai	Génétique et Adaptation : bilan de l'existant	C. Beaumont	
septembre	L'hédonisme et l'anhédonisme	A. Boissy	14
• 2003			
janvier	Violence et non-violence envers les animaux	F. Burgat	15
septembre	Bilan de quatre années de fonctionnement d'AGRIBEA		
novembre	Génétique et domestication	C. Beaumont	
novembre	La souffrance de l'éleveur	J. Porcher	16
décembre	Stress et immunité	E. Merlot	17

* n° de la lettre AGRIBEA où figure le compte-rendu du séminaire

Ces séminaires sont aussi le lieu privilégié d'interactions entre des biologistes et des chercheurs en sciences sociales. Un séminaire AGRIBEA par an est dédié aux sciences sociales. De plus, au cours des autres séminaires, ayant pour thème un secteur de la biologie, le regard des sciences sociales est apporté par un intervenant (philosophe, anthropologue…). En parallèle, en 2000-2001, des séminaires ayant pour thème **"animal et animalité"** et portant sur les rapports entre hommes et animaux ont été organisés par l'unité STEPE (département ESR) et des chercheurs en biologie y ont participé en tant qu'invités ou auditeurs. Ces rencontres ont permis aux biologistes de mieux comprendre le statut de l'animal et ses origines dans notre société occidentale et de sensibiliser les membres du réseau aux problèmes éthiques posés par l'élevage et l'expérimentation. En retour, les séminaires de biologie ont pu faire progresser la réflexion des chercheurs en sciences sociales sur l'épistémologie des scientifiques en matière de bien-être animal.

- Faire progresser les recherches

Au plan de la coordination des recherches, le renouvellement des approches a été initié par le regroupe-



Photo : Christophe Maitre

Photos : Alain Beguey

De haut en bas : allaitement de porcelets "Meishan" et "Large White" par une truie "Meishan".
Porcin Large white. Allaitement des petits.

ment des forces autour d'actions prioritaires choisies de manière à dépasser les approches adaptatives du bien-être. Ainsi, la question des états mentaux a été développée et des travaux sur les émotions et sur la douleur des animaux d'élevage, inexistants à l'INRA auparavant, ont été initiés. Trois actions ont été mises en place, évaluées dans leur principe et leur déclinaison par des rapporteurs extérieurs et soutenues financièrement par AGRIBEA :

• le projet **"Émotions et cognition"** (coord. : Alain Boissy, voir projet **1**) vise à caractériser la capacité des animaux d'élevage à évaluer leur environnement en termes de dimensions élémentaires (soudaineté, nouveauté, prévisibilité, contrôlabilité, caractère affectif positif ou négatif) afin de déterminer le registre des états émotionnels découlant de cette évaluation

• le projet **"Émotions liées aux ruptures sociales"** (coord. Pierre Orgeur, voir projet **2**) vise à apprécier l'impact des ruptures sociales (séparation mère-jeune, instabilité sociale…) sur le jeune animal, ces ruptures étant fréquentes en élevage alors que les animaux utilisés appartiennent à des espèces sociales

• le projet **"Douleur et pratiques d'élevage"** (coord. Jacques Servière, voir projet **3**, et M. Hay, ENV de Toulouse) vise à préciser les capacités de perception de la douleur des animaux d'élevage et à évaluer la douleur provoquée par certaines interventions (castration, gavage…).

Dans chacun de ces trois domaines, l'approche comparative est privilégiée.

- Communiquer, s'ouvrir à l'extérieur

La taille du réseau nécessite une communication interne organisée. Celle-ci est assurée d'une part, par le **site web** AGRIBEA [4] et d'autre part, par la **lettre d'information** diffusée après chaque séminaire et qui en reprend les comptes-rendus [5]. L'objectif est de faire connaître les activités du réseau et de rassembler de nouveaux membres.

AGRIBEA soutient la participation des chercheurs français aux congrès organisés à l'étranger ayant trait aux priorités thématiques du réseau [6].

AGRIBEA soutient également la participation des chercheurs français au réseau européen COST 846 [7] "Measuring and monitoring farm animal welfare" et utilise le COST pour tisser des relations avec nos homologues étrangers. AGRIBEA aide au montage de projets européens par un soutien financier pour les réunions de préparation [8].

Le réseau AGRIBEA a reçu une dotation de l'INRA [9].

Le bilan de quatre années de fonctionnement

Des quatre années de fonctionnement d'AGRIBEA ressortent un certain nombre d'éléments très positifs :

• La thématique "bien-être animal" a essaimé largement au sein de l'INRA et en dehors de celui-ci, comme l'attestent l'extension rapide du réseau et l'élargissement des disciplines présentes dans le réseau ainsi que les associations entre équipes INRA et équipes extérieures. Certaines de ces associations sont formalisées ; c'est le cas de l'association de certains enseignants-chercheurs universitaires ou du secteur privé à des équipes INRA [10]. D'autres associations sont plus temporaires, dans le cadre des projets de recherches

4 www.tours.inra.fr/BienEtre/accueil.htm donne à la fois des informations sur le réseau (programme des séminaires, actions en cours…) et sur les manifestations extérieures relatives au bien-être animal (annonces de congrès).

5 La lettre est également transmise aux responsables d'unités, aux chefs de départements ainsi qu'au collège de direction de l'INRA.

6 Par exemple : "Cognition, awareness, and behaviour" organisé par l'UFAW (University for Farm Animal Welfare) en mai 2000 ; "Assessing animal welfare at farm level" en 2002.

7 COST : Réseau de COopération Scientifique et Technique (financement de la Commission Européenne). L'action COST 846 a démarré en 2001 et est prévue pour une durée de 5 ans.

8 Projets GENESTRESS (identification des gènes exprimés par les poissons lors de stress) ; WELFARE QUALITY (amélioration du bien-être des bovins, porcins et poules/poulets de la ferme à l'abattoir par la proposition de pratiques d'élevage, d'outils d'évaluation globale du bien-être et d'un standard d'information du consommateur) ; LAY WELL (amélioration des conditions d'élevage des poules pondeuses) ; PAINLESSPIG (alternatives à la castration des porcelets).

9 Fin 1999 : 500 KF, fin 2000 : 500 KF, fin 2001 : 400 KF, fin 2002 : 79 KF (12 K€). Par an, environ 100 KF (15 K€) sont réservés pour l'animation scientifique et 50 KF (7,5 K€) pour le soutien à la participation à des congrès à l'étranger. Le restant (soit 350 KF (53,5 K€) en 2000 et 2001 et 250 KF (38 K€) en 2002) a servi d'amorce pour soutenir les actions de recherche. Compte-tenu de la très faible dotation reçue fin 2002, ces actions de recherches n'ont pu être soutenues par le réseau en 2003. La totalité du budget 2003 a été réservée à l'animation scientifique.

10 Par exemple un enseignant-chercheur de l'université de Clermont et un de l'ISA-Lille sont associés à l'unité de Recherches sur les Herbivores.

Le Point

11 Par exemple, deux assistants en enseignement à l'INA-PG et l'ENV de Lyon réalisent leur thèse en étroite relation avec l'unité de Recherches sur les Herbivores.

12 J. Lensink à l'ISA de Lille, L. Mounier à l'ENV de Lyon, J. Servière à l'INA-PG, B. Deputte à l'ENV d'Alfort…

soutenus par AGRIBEA par exemple ou dans le cadre de la formation de jeunes chercheurs [11]. AGRIBEA a favorisé le démarrage de travaux sur le bien-être animal en dehors de l'INRA, en apportant la garantie qu'un chercheur isolé dans une équipe serait inséré dans un solide réseau de collaborations [12].

• Les objectifs d'AGRIBEA ont été intégrés dans la stratégie scientifique des départements INRA les plus concernés (Élevage et Nutrition des Animaux, Physiologie animale, aujourd'hui Physiologie animale et Systèmes d'élevage, Génétique animale). Ainsi, les trois actions de recherches incitées par AGRIBEA (cf. supra) ont été inscrites dans les projets des équipes concernées et dans ceux de leurs départements. Elles ont entraîné des réorientations importantes des équipes de recherche : création de structures de laboratoire, démarrage de thèses (voir encart ❸). En outre, ces actions ont nécessité une concertation étroite entre les équipes afin d'harmoniser les approches : cadre théorique commun pour le projet "Émotions et cognition", protocoles expérimentaux élaborés en commun, échanges de méthodologies… Ceci a certainement permis de rendre plus efficace le dispositif de recherche, en limitant les doublons et favorisant les complémentarités, même si cela n'est pas encore mesurable avec les indicateurs classiques de l'évaluation de la recherche (nombre de publications, de contrats,…) du fait des changements de thématiques récents que cela a impliqué pour beaucoup d'équipes.

• Un partenariat entre biologie et sciences sociales a démarré. Même si ce partenariat mérite d'être consolidé et inscrit dans la durée, il a d'ores et déjà permis que les chercheurs travaillent ensemble sur des actions ponctuelles, comme la publication de l'ouvrage *Les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être ?* [11], et la thèse de doctorat d'université de Jocelyne Porcher.

❸ Bilan des thèses démarrées ou soutenues dans le cadre des actions de recherches d'AGRIBEA

Thèse	Unité d'accueil	Action de recherche AGRIBEA
Thèses démarrées pour une action AGRIBEA		
L. Désiré	UR sur les Herbivores	Émotions et cognition
C. Tallet	UR sur les Herbivores	Émotions et cognition
W. El Hage	université Tours	Émotions liées aux ruptures sociales
Thèses soutenues par AGRIBEA (% de la thèse réalisé sur une action AGRIBEA)		
L. Lansade (40%)	UMR Physiologie de la Reproduction et des Comportements	Émotions et cognition
S. Pothion (60%)	université de Tours	Émotions et cognition
D. Hazard (20%)	station de Recherches avicoles	Émotions et cognition
S. Roussel (40%)	INA-PG	Émotions et cognition
S. Raussi (40%)	UR sur les Herbivores	Émotions liées aux ruptures sociales
L. Mounier (50%)	UR sur les Herbivores	Émotions liées aux ruptures sociales
D. Bizeray (10%)	station de Recherches avicoles	Émotions et cognition

Aubrac. Massif du Sancy.

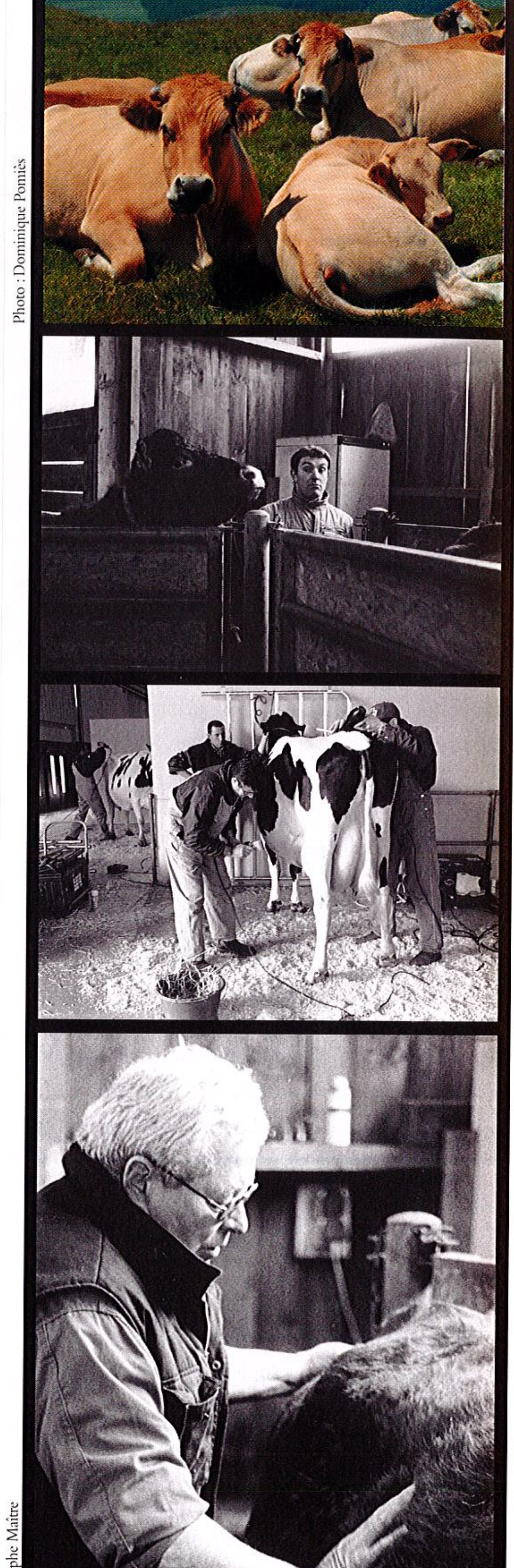


Photo : Dominique Pomiès

Photos : Christophe Maître

Domaine de Marcenat.

• AGRIBEA a favorisé l'expertise collective en matière de bien-être animal. Par exemple, le réseau **Génétique de l'adaptation et bien-être animal** (voir réseau **1** plus loin) a notamment été mis en place pour répondre à une demande de la DGAL qui souhaitait

Troupeau de moutons. Col de Dyane (Le Mont-Dore).

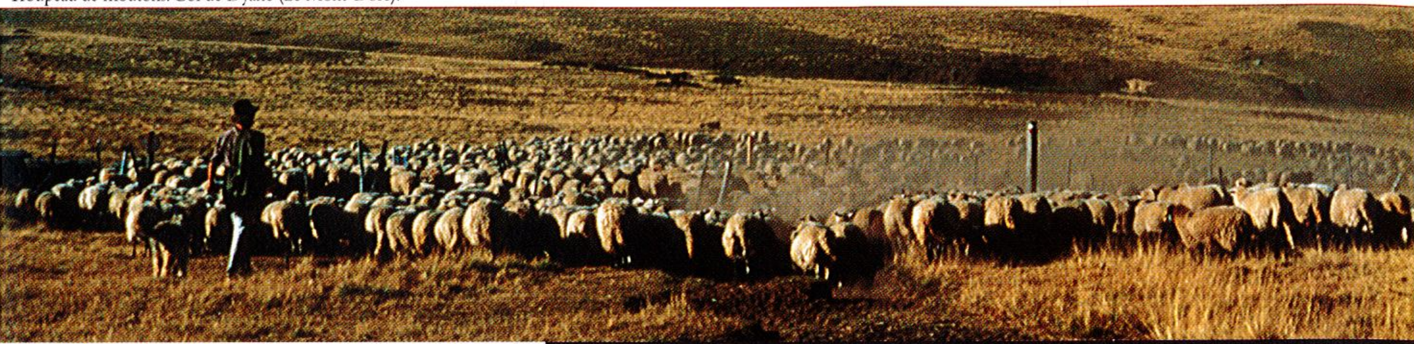


Photo : Louis Vidal

disposer de données publiées sur les relations entre les programmes de sélection et le bien-être des animaux, aspects régulièrement discutés au sein des instances européennes de protection des animaux d'élevage [13] [12]. Cette action en particulier et AGRIBEA dans son ensemble a ainsi permis de constituer des "réservoirs d'experts" mobilisables pour ces expertises publiques.

Du fait d'AGRIBEA, les recherches conduites sur le bien-être animal en France ont une meilleure lisibilité interne et externe, nationale et internationale :
• vis-à-vis de la direction de l'Institut qui dispose d'interlocuteurs privilégiés dans le domaine (les coordinateurs du réseau)
• auprès des instances nationales (par exemple auprès de la DGAL avec P. Le Neindre, et auprès de la FNSEA et de l'OABA [14] avec R. Dantzer)
• auprès de nos partenaires étrangers. Ainsi, AGRIBEA assure le relais entre le réseau cost 846 *Measuring and monitoring farm animal welfare* et les chercheurs français conduisant des travaux sur le bien-être animal, ce qui permet à l'un des quatre représentants français dans ce COST (I. Veissier, M.C. Meunier-Salaün, C. Arnould, J. Capdeville) de mettre en avant la recherche française [15].

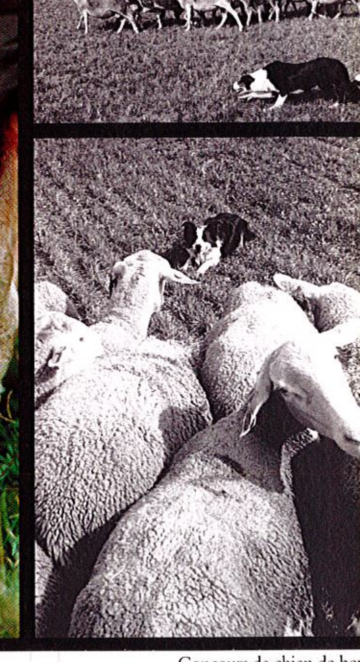
Soulignons également que la démarche consistant à poser la question des états mentaux des animaux et à les analyser grâce aux apports de la psychologie cognitive, a été reçue très favorablement par la communauté scientifique de l'éthologie appliquée [13], communauté dans laquelle la problématique du bien-être animal est très présente. La démarche a été perçue comme novatrice et constructive.

Cette meilleure lisibilité a aidé à :
• l'obtention de financements extérieurs, par exemple auprès de la DGAL ou des régions pour des cofinancements de travaux ou de matériels [16],
• l'insertion dans des projets européens. Trois projets ont été construits en 2003 : un projet répondant à la priorité thématique n°5 **Qualité et sécurité de l'alimentation** et deux projets répondant à la priorité thématique n°8 **Soutien aux politiques communautaires** (un sur la castration du porcelet et un sur le logement des poules pondeuses (cf. supra). Deux de ces projets ont été acceptés et démarrent en 2004.



Photo : Gilles Cattiau

Race Lourdaise.



Photos : Christophe Maître

Concours de chien de berger.

Enfin, AGRIBEA a contribué indirectement à la mise en place d'un réseau cohérent en enseignement, des enseignants-chercheurs faisant partie d'AGRIBEA et des chercheurs du réseau participant à l'enseignement. Ainsi des modules d'enseignement sont désormais organisés autour du bien-être animal dans les écoles supérieures (INA-PG, ENITAS…) ou du comportement des animaux domestiques (université Rennes I ou Paris 13 : niveau maîtrise, DEA ou DESS).

Un certain nombre d'éléments négatifs perdurent cependant, en particulier le fait que plusieurs disciplines-clés restent encore très marginales dans le réseau AGRIBEA, en l'occurrence :
• les sciences sociales et humaines : en dehors de quelques exceptions notables, les chercheurs de ce secteur ont encore du mal à inscrire leur activité dans le réseau

13 D'une part, les recommandations du Conseil de l'Europe comprennent des dispositions spécifiques sur les changements de génotype. D'autre part, dans ses rapports scientifiques, la Commission européenne met en garde contre les dangers d'une sélection uniquement à des fins de production.

14 Œuvre d'Assistance aux Bêtes d'Abattoir.

15 Six autres chercheurs français ont d'ores et déjà participé aux réunions de sous-groupes de travail du COST846.

16 Par exemple : Matériels d'observation cofinancés par la région Centre ; Conventions d'étude sur la douleur ou les préférences de logement avec la DGAL.

Chèvres angora.



Photo : Jean Weber

Photos : Bertrand Nicolas

Chevreau et chèvre de race Saanen.

• la pathologie, en particulier l'épidémiologie, alors que la santé est une composante forte du bien-être animal.

La zootechnie est également encore faiblement représentée alors que l'intégration de zootechniciens permettrait de placer le bien-être parmi les composantes qui fondent l'élevage, aux côtés de l'alimentation, la génétique…

Les perspectives

Les perspectives du programme transversal AGRIBEA se situent à trois niveaux : l'animation scientifique, le fonctionnement en réseaux et l'intégration des dimensions sociale, éthique et économique.

- Le programme d'animation scientifique

Il nous semble indispensable de **poursuivre l'animation scientifique** du réseau car les séminaires contribuent à la fois à l'évolution scientifique mais également à la cohésion entre les équipes. Il est indispensable qu'au-delà des rattachements administratifs et monodisciplinaires, une structure pluridisciplinaire permette le rapprochement et la confrontation des différents points de vue disciplinaires sur cet objet singulier que représente le bien-être animal.

- Le fonctionnement en réseaux

Les projets en cours doivent s'enrichir des **nouvelles approches conceptuelles ou méthodologiques** résultant de l'évolution des réseaux déjà en place et de l'émergence de nouveaux réseaux :

• Évolution des réseaux : il est prévu de rapprocher le projet "Émotions liées aux ruptures sociales" du projet "Émotions et cognition", leader dans le domaine de l'analyse des émotions. Dans cette action plus large, à la fois les aspects à court terme (émotions au sens strict) et les aspects à long terme (répondant à la question "Comment l'accumulation d'émotions à charge négative conduit-elle à une modification de la réactivité ?) seront abordés afin d'avoir une vision plus globale des **états mentaux** des animaux. Par ailleurs, les états mentaux, dont les émotions, dépendent des capacités de traitement de l'information des animaux. De ce fait, il est indispensable de mieux connaître les capacités cognitives des animaux utilisés en élevage. Les animaux d'élevage appartiennent à des espèces grégaires et l'organisation de la vie sociale nécessite de la part des animaux des capacités de traitement de l'information élaborées : pour la reconnaissance des partenaires, l'évaluation de leur position sociale, l'anticipation de leurs réponses… Aussi des travaux sur la **cognition sociale** devront nous permettre d'identifier les capacités cognitives des animaux et leurs bases neurobiologiques.

• Émergence de nouveaux projets : la mise en place du réseau **Génétique de l'adaptation et bien-être animal** [17] (voir réseau **1**) et du réseau **Indicateurs de bien-être** (voir réseau **2**) [18] devrait notamment permettre de favoriser la prise en compte des outils de la génétique moléculaire dans la thématique "bien-être". Le premier de ces deux réseaux a été partiellement sou-

[17] Animatrice : C. Beaumont, station de recherches avicoles, dépt. Génétique animale.

[18] Animatrice : I. Veissier, unité de recherches sur les Herbivores, dépt. PHysiologie animale et Systèmes d'Élevage.


Truite arc en ciel. Photo : Didier Marie


Omble. Photo : Jacques Escomel


Truite fario. Photo : Didier Marie

tenu financièrement par la DGAL ; il comporte des aspects théoriques (génomique fonctionnelle et positionnelle) et appliqués (critères de sélection). Le second, qui a débuté en 2002, est intégré dans le réseau COST 846 européen ; il vise à faire le point sur les méthodes utilisables pour évaluer le niveau de bien-être des animaux et à identifier les lacunes dans ce domaine.

- L'apport des sciences humaines et sociales

Le secteur des sciences humaines et sociales devrait être intégré dans une **réflexion plus large sur les relations homme-animal** (aspects éthiques, aspects socio-économiques, construction de la demande sociale). Les relations entre chercheurs en sciences sociales & humaines et en biologie devront être approfondies afin que les premiers tiennent compte des données de la biologie pour cerner le statut de l'animal d'élevage et que les seconds bénéficient de l'éclairage des sciences humaines et sociales sur le bien-être animal. Au moins deux sujets méritent un développement plus important que cela n'a été possible jusqu'à présent :

• compte tenu de la diversité des espèces concernées (poissons, oiseaux, mammifères) et de l'accent sur les processus cognitifs impliqués dans la genèse des émotions, il est souhaitable de prendre en compte les développements actuels des neurosciences cognitives sur la mise en place -au cours de l'évolution- des **processus mentaux en fonction du développement du cerveau**, ce thème constituant l'essentiel de la "neurophilosophie"

• compte tenu du fait que le bien-être animal ne saurait être dissocié de celui des éleveurs, il est souhaitable d'encourager le développement de travaux sur la nature des relations entre l'homme et l'animal dans cette catégorie professionnelle et sur la façon dont ces relations influencent la perception que l'éleveur a de son travail.

En résumé, le réseau AGRIBEA a permis une **reconstruction conceptuelle** du bien-être centrée sur les processus mentaux et, en corollaire, la **construction d'objets de recherche** tels que la douleur ou les émotions. Une **reconstruction méthodologique** est maintenant envisagée, en particulier afin d'intégrer les outils de la génomique fonctionnelle (et surtout du post-génome) et/ou de l'imagerie fonctionnelle.

Par ailleurs, au-delà des interactions entre sciences sociales/humaines et biologie, le réseau doit maintenant s'ouvrir à l'extérieur afin de favoriser le **dialogue science-société**.

Cette évolution sera facilitée par l'élargissement récent du comité d'animation d'AGRIBEA à d'autres disciplines. Raphaël Larrère (dépt. SAE2) et Catherine Beaumont (dépt. Génétique animale) vont en effet désormais appuyer Frédéric Lévy et Isabelle Veissier (dépt. PHysiologie animale et Systèmes d'Élevage). Ce renouvellement partiel fait suite au souhait de Robert Dantzer d'abandonner ses fonctions d'animation du comité de coordination d'AGRIBEA.

Isabelle Veissier, Robert Dantzer, Frédéric Lévy,
coordinateurs d'AGRIBEA

L'ensemble des participants d'AGRIBEA et en particulier les animateurs de réseau et les autres membres du comité d'organisation tiennent à souligner le rôle essentiel de **Robert Dantzer** dans la création d'AGRIBEA et l'émergence de nouveaux thèmes de recherche à l'INRA. Qu'il soit ici chaleureusement remercié pour avoir permis de faire mieux reconnaître les enjeux sociétaux et scientifiques des recherches sur le bien-être animal, et avoir catalysé le renouvellement des approches et le développement des synergies, renforçant le positionnement de l'INRA sur la scène internationale.

Pierre Le Neindre est chargé de mission auprès de la Direction Générale sur le bien-être animal en élevage et en expérimentation. Il est également impliqué dans les comités d'expertise de l'Union européenne sur ce thème.

Pour en savoir plus

[1] Mise en place du comité Brambell en 1965, construction des cinq libertés par le Farm Animal Welfare Council (1979, 1992, *Vet. Rec.* 17:357).
[2] Ouedraogo, 1998. Ethical consumers? Social representations of stock farming in France. In : Veissier I. and Boissy A. (eds.), *Proceedings of the 32nd Congress of the International Society for Applied Ethology*, 1998, Clermont-Ferrand (France), p. 204; Latouche, K. French people's willingness to pay for farm animal welfare et Farm animal welfare : French perception through contingent evaluation method. In : Kunisch M. et Eckel H. (eds.), *Regulation of animal production in Europe*, International congress, Wiesbaden (DEU), pp. 9-12 et pp. 22-26.
[3] Conventions de protection des animaux en cours de transport en 1968, dans les élevages en 1976 et lors de l'abattage en 1979. Ces conventions ont été ratifiées respectivement par 24, 27 et 19 pays européens.
[4] Par exemple, la convention de protection des animaux dans les élevages a été suivie de Recommandations pour l'élevage des porcs (1986, en cours de révision), des bovins (1988), des petits ruminants (1992), des poules pondeuses (1995), des ratites (1997), des canards (1999), des oies (1999), des animaux à fourrure (1999), des dindes (2001). Deux recommandations sont à l'étude, pour les lapins et les poissons d'élevage.
[5] Directives européennes générales (1978, 1998) ou spécifiques : directives concernant l'abattage des animaux (1974, 1993), le transport d'animaux vivants (1977, 1990, 1995, 1997, 1998), les poules pondeuses (1986, 1988, 1995), les porcs (1991, 2001), les veaux (1991, 1997), le gavage des oies et canards (1998), l'utilisation de l'hormone Bovine Somato Tropine chez les vaches laitières (1999).
[6] Conception inscrite dans la réglementation française (art. 256 du code rural) de même que dans le traité d'Amsterdam de l'Union européenne.
[7] Communication from the European commission to the council and the European parliament on animal welfare legislation on farmed animals in third countries and the implications for the EU, COM (2002) 626.
[8] Broom, D. M., 1996. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. *Acta Agri. Scand., Suppl.* 27, 22-28.
[9] Dawkins, M. S., 1990. From an animal's point of view : Motivation, fitness, and animal welfare. *Psychol. Sci.*, 13, 1-61.
[10] Rollin, B. E., 1998. Scientific ideology, anthropomorphism, anecdocte, and ethics. In : Veissier I. et Boissy A. (eds.), *Proceedings of the 32nd Congress of the International Society for Applied Ethology*, Clermont-Ferrand (France), pp. 232-240.; Veissier I., Boissy A., 2000. Bien-être des animaux : projection anthropomorphique ou réalité biologique ? In : *Proceedings des 7èmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants*, Paris 6-7 décembre 2000, pp. 51-53.
[11] Burgat F. et Dantzer R. (éds), 2001. *Les animaux d'élevage ont-ils droit au bien-être* ? INRA Éditions, coll. "Un point sur".
[12] Les résultats de ce travail ont constitué un dossier spécial "Génétique et adaptation" de la revue *INRA Productions animales* (15(5), 2002) comprenant les articles : Génétique et adaptation des animaux d'élevage : introduction (C. Beaumont, O. Roussot, N. Marissal-Avry, P. Mormède, P. Prunet, P. Roubertoux , pp. 343-348) ; Influences génétiques sur les processus d'adaptation et le comportement alimentaire chez le porc (M-J. Mercat, P. Mormède , pp. 349-356) ; Génétique et adaptation : le point des connaissances chez les volailles (S. Mignon-Grasteau, J.M. Faure, pp. 357-364) ; Génétique et adaptation chez les poissons : domestication, résistance au stress et adaptation aux conditions de milieu (M. Vandeputte, P. Prunet, pp.365-371) ; Génétique et adaptation comportementale chez les ruminants : perspectives pour améliorer le bien-être en élevage (A. Boissy, P. Le Neindre, P.L. Gastinel, J. Bouix , pp. 373-382) ;
[13] A. Boissy, 2000, cours sur la peur, séminaire thésards scandinaves, Copenhagen ; Désiré L., Boissy A. & Veissier I., 2002, Emotions in farm animals : A new approach to animal welfare in applied ethology, *Behav. Processes*, 60, 165-180 ; Veissier I., Boissy A. & Désiré L., 2002, Assessing welfare : how can we access to the mental world of animals? *comm. plénière au congrès* ISAE 2002, pp. 33-34.

Le Point

Projets

1 Projet "Émotions et cognition" chez les animaux d'élevage

- Contexte

La question du bien-être de l'animal en élevage ne se pose que si l'on reconnaît à celui-ci le statut d'être sensible doué d'émotions et capable de minimiser les émotions négatives comme la peur tout en recherchant les émotions positives telles que le plaisir. Néanmoins, l'expérience émotionnelle n'étant pas directement mesurable chez l'animal, l'existence d'une communauté subjective avec l'homme est difficilement acceptée. En outre, bien que de nombreux travaux aient été réalisés sur la réactivité émotionnelle des animaux d'élevage, l'hétérogénéité des approches et la diversité des résultats obtenus n'ont pas permis jusqu'à présent de définir les capacités émotionnelles propres aux animaux à partir de critères objectifs.

- Objectifs

Le projet "Émotions et cognition" vise à décrypter de manière objective les émotions chez l'animal à partir d'une meilleure connaissance de ses capacités cognitives. Le projet s'inspire de théories en psychologie cognitive développées chez l'homme qui font des processus cognitifs mis en jeu pour évaluer l'environnement, le déterminant du vécu émotionnel ressenti par l'individu. Concrètement, l'approche consiste à rechercher si les processus d'évaluation clairement identifiés chez l'homme sont pertinents pour les animaux, c'est-à-dire s'ils sont perçus par les animaux et donnent lieu à des états émotionnels, reconnaissables par des altérations du comportement et des modifications neuroviscérales concomitantes.

- Approches choisies

Le projet fédère plusieurs équipes INRA et universitaires. Il a été élaboré en trois étapes : 1•définition d'un cadre conceptuel consensuel, 2•développement d'outils de mesures comportementales et physiologiques, et 3•étude proprement dite sur différentes espèces animales des caractéristiques de la situation qui génèrent les processus émotionnels.

1• Le cadre conceptuel a été élaboré au cours d'un séminaire de démarrage et affiné par la suite. La stratégie retenue consiste à mettre en relation les modifications comportementales et neuroviscérales mesurées sur l'animal avec les caractéristiques de la situation déclenchante, déclinées selon le caractère nouveau de la situation, son intérêt au regard des besoins de l'animal, sa concordance avec les attentes de celui-ci et la possibilité qui lui est offerte de prédire, voire de contrôler la situation.

2• Pour faciliter le développement d'outils de mesure, plusieurs ateliers ont été organisés sur des aspects méthodologiques tels que la mesure de la variabilité de la fréquence cardiaque, l'analyse des signaux acoustiques et l'analyse fine des données de comportement. Pour apprécier la mise en jeu du système neurovégétatif responsable des modifications neuroviscérales caractérisant les réactions émotionnelles, des techniques d'exploration directe et non invasive ont été adaptées. Ainsi, l'enregistrement de la fréquence cardiaque sur l'animal libre de ses mouvements a été mis au point sur plusieurs modèles animaux. De même, des index de la

Recherches sur le comportement des ovins sur parcours. La Fage.



Photo : Gilles Cattiau

Principales publications

• Chevalley C., Belzung C., 2002. Emotional behaviour as the result of stochastic interactions: A process crucial for cognition. *Behavioural Processes*, 60(2), 135-148.

• Désiré L., Boissy A., Veissier I., 2002. Emotions in farm animals: a new approach to animal welfare in applied ethology. *Behavioural Processes*, 60(2), 165-180.

• Désiré L., Veissier I., Després G., Boissy A., 2004. On the way to assess emotions in animals: Do lambs evaluate an event through its suddenness, novelty or unpredictability ? *Journal of Comparative Psychology*, sous presse.

• Roussel S., Hemsworth P.H., Boissy A., Duvaux-Ponter C., 2004. Effects of repeated stress during pregnancy in ewes on the behavioural and physiological responses to stressful events and birthweight of their offspring. *Applied Animal Behaviour Science*, 85, 259-276.

Partenaires

• unité de recherches sur les Herbivores, équipe Adaptation et Comportements sociaux (URH-ACS), INRA, 63122 Saint Genès-Champanelle

• station de Recherches avicoles, équipe Biologie du Comportement et Adaptation (SRA-BCA), INRA, 37380 Nouzilly

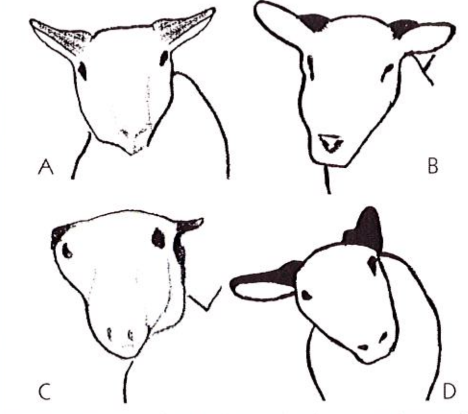
• UMR sur le Veau et le Porc, équipe Bien-Être de la Truie et des Porcelets (UMRVP-BETP), INRA, 35590 Saint Gilles

• UMR sur la Physiologie de la Nutrition et l'Alimentation, équipe Physiologie Animale (UMRPNA-PA), INRA, INA-PG, 75231 Paris Cedex 05

• Physiologie de la Reproduction et des Comportements, équipe Comportement Animal (PRC-CA), INRA, 37380 Nouzilly

• équipe Psychobiologie des Émotions (EPE), EA 3248, université François Rabelais, 37200 Tours

• laboratoire d'Éthologie Évolution et Écologie (EVE), UMR CNRS 6552, université de Rennes I, 35042 Rennes.



Postures des oreilles identifiées chez les ovins dans des situations émotionnelles.
A- Oreilles dans le plan, correspond au niveau de base ;
B- Oreilles vers l'avant (le pavillon est ouvert), posture relevée en réaction à des événements non familiers et traduisant l'orientation de l'individu vers l'événement ;
C- Oreilles en arrière, posture dont la signification n'a pas encore été précisée ;
D- Oreilles dissymétriques, posture observée en face d'événements soudains et traduisant un effort de localisation de l'événement (L. Désiré, 2004).

variabilité de la fréquence cardiaque ont été validés comme indicateurs du tonus parasympathique.

3• Après coordination et harmonisation des procédures entre les différentes équipes, des actions expérimentales ont été entreprises sur deux espèces de ruminants (ovins et caprins) et une espèce monogastrique (porc). Parallèlement, d'autres actions ont été menées sur la caille et la souris, en tant qu'espèces modèles. Ces travaux ont permis d'identifier des critères sur lesquels les animaux se basent pour évaluer les caractéristiques de la situation à laquelle ils sont exposés. La soudaineté et la non-familiarité de la situation ont été clairement perçues par l'animal quelle que soit l'espèce considérée, et des réponses émotionnelles propres à chacun de ces deux critères ont pu être définies. En outre, la combinaison de ces deux critères a eu un effet synergique sur les réponses émotionnelles. L'étude de la pertinence de critères plus élaborés, tels que la correspondance aux attentes, le degré de contrôle que l'animal peut exercer sur la situation, a été poursuivie uniquement chez les ovins. Les résultats montrent sans ambiguïté que l'agneau est sensible à l'écart entre la situation et ses propres attentes. Par contre, bien que l'agneau soit capable d'apprendre à contrôler l'obtention de nourriture, il n'a pas été possible de montrer que l'absence ou la perte de ce contrôle entraîne une réponse émotionnelle.

- Conclusion

L'investissement réalisé par les équipes participantes ayant été très variable, un effort d'harmonisation et de mise à niveau sera nécessaire à l'avenir pour mettre en place une véritable approche comparative à la fois entre espèces mais également intra-espèce (sexe, âge). En effet, la variété des espèces utilisées en élevage implique de définir les capacités évaluatives propres à chaque espèce tout en tenant compte de la race, du sexe, de l'âge et des expériences acquises pour chaque modèle animal. L'étape ultérieure de ce projet consistera à explorer comment l'agrégation de plusieurs critères d'évaluation permet d'identifier les émotions modales telles que la peur, la colère ou le plaisir. En outre, une approche neurobiologique sera engagée sur des ovins et des volailles pour tenter de définir des zones particulières du cerveau en regard des critères d'évaluation sollicités. À terme, nous devrions être en mesure de reconnaître les caractéristiques génératrices d'émotions dans les situations concrètes d'élevage et ainsi de mieux définir les conditions de bien-être en fonction de l'espèce animale et de son développement.

Alain Boissy, coordinateur et *al.*,
URH-ACS, INRA Theix, boissy@clermont.inra.fr

Au cours des quatre dernières années, ce projet a impliqué 19 chercheurs (5,8 ETP) et quatre doctorants (URH-ACS, SRA-BCA, UMR PNA-PA, EPE). En outre, quatre stages de DEA et neuf stages de Maîtrise ont été réalisés. Au niveau européen, des échanges sur ce programme sont menés dans le cadre du groupe de travail "Fear test" appartenant à l'action COST846 "Measuring and monitoring farm animal Welfare".

2 Projet "Émotions liées à la rupture des liens sociaux" chez l'animal domestique de rente

- Contexte

Les animaux d'élevage développent et entretiennent des liens sociaux étroits avec leurs congénères tout au long de leur vie. Ces liens peuvent être modifiés par des contraintes imposées par l'élevage. L'une de ces contraintes concerne la rupture du lien mère-jeune, toujours imposée plus précocement que le sevrage spontané. Une autre est relative aux modifications répétées de la composition de groupes sociaux (instabilité sociale).

- Objectifs

Le projet *Émotions liées à la rupture des liens sociaux* avait pour objectifs d'analyser les conséquences immédiates et à plus long terme de ces ruptures sociales sur le bien-être des animaux et sur leurs performances.

- Approches choisies

La possibilité de stress aigus ou chroniques a été explorée et la réactivité émotionnelle des animaux a été évaluée, le stress ainsi que l'augmentation de cette réactivité étant considérés comme néfastes pour le bien-être de l'animal. Les travaux ont été conduits sur plusieurs modèles animaux, variant selon leur comportement social et/ou les ruptures auxquelles ils peu-

Partenaires
- université de Tours, équipe Associée Psychobiologie des Émotions : C. Belzung
- université de Rennes 1, laboratoire d'Éthologie Évolution et Écologie : M.A. Richard
- INRA de Theix, Unité de Recherches sur les Herbivores, Équipe Adaptation et Comportements Sociaux: A. Boissy, I. Veissier
- INRA/INSERM de Bordeaux, laboratoire de Neurogénétique et Stress : P. Mormède, M. Hay
- INRA de Saint-Gilles, UMR sur le Veau et le Porc, équipe Bien-Être de la Truie et des Porcelets. M.C. Meunier-Salaün, A. Prunier
- INRA de Nouzilly :
  - station de Recherches avicoles, Équipe Biologie du Comportement et Adaptation : C. Arnould, C. Leterrier, J.M. Faure
  - UMR INRA-CNRS-université de Tours-Haras Nationaux, Physiologie de le Reproduction et des Comportements, Équipe Comportement Animal : V. Colson, P. Orgeur.

Le Point



Photo : Jean Weber

vent être confrontés en élevage. Certaines études ont été conduites chez la souris et la caille en tant que modèles. En ce qui concerne la rupture du lien mère-jeune, les travaux ont été conduits sur le poussin pour étudier les effets de l'absence de la mère dès la naissance, sur la souris et le porc pour étudier les effets d'une rupture très précoce, et chez les veaux pour étudier les effets d'une rupture tardive. L'instabilité sociale a été étudiée chez les bovins et les porcs en croissance (car elle correspond à une pratique d'élevage) et chez les cailles afin d'évaluer les interactions entre motivation sociale et instabilité (grâce à la sélection expérimentale réalisée antérieurement sur des critères de motivation sociale et de réactivité émotionnelle).

Les mesures comportementales (rythme d'activité, interactions sociales, tests de réactivité émotionnelle et tests d'apprentissage), zootechniques (croissance, mortalité) et physiologiques (taux de glucocorticoïdes et catécholamines, réactivité de l'axe corticotrope) ont été réalisées.

En ce qui concerne le lien mère-jeune, les résultats ont montré que :

- l'absence de maternage déstabilise le comportement des poussins (séquences d'activité plus courtes), augmente les réactions de néophobie et les comportements anormaux (picage) et défavorise les comportements sociaux (motivation sociale plus faible, hiérarchie moins linéaire),
- la rupture précoce du lien mère-jeune entraîne des réactions de stress à court terme (porcelets) et augmente l'anxiété ultérieure des animaux (souris),
- la rupture tardive du lien mère-jeune semble au contraire améliorer transitoirement les apprentissages (veaux).

Parmi les tests de réactivité émotionnelle, le test du jet d'eau - qui consiste à verser une faible quantité d'eau sur le dos d'un animal au repos - permet d'évaluer les réactions des animaux face à un événement soudain. Des porcelets de 46 jours qui ont été séparés de leurs mères à l'âge de 7 jours (S7) répondent plus fortement (augmentation de l'activité locomotrice) que les porcelets séparés plus tardivement (à 21 jours (S21) ou 28 jours (S28)) ou encore avec leurs mères (M).

L'instabilité sociale a des effets plus ou moins marqués selon les espèces et l'âge des animaux. Ainsi les veaux présentent des réponses de stress chronique à la suite de changements fréquents de partenaires alors que chez des génisses la variété des partenaires semble au contraire limiter le stress. Enfin, les effets de l'instabilité sociale sont plus marqués chez les porcs où elle provoque une diminution de la croissance. Ces variations sont à rapprocher des comportements sociaux qui se développent particulièrement à la puberté. La réactivité émotionnelle de l'individu -et non sa motivation sociale- semble également accentuer les effets de l'instabilité sociale (cailles).

- Conclusion

Les résultats du projet "Émotions liées à la rupture des liens sociaux" soulignent la nécessité de tenir compte des besoins sociaux des animaux : importance du lien mère-jeune et de la stabilité du groupe chez les jeunes animaux et effets bénéfiques d'un environnement complexe chez des animaux plus âgés.

Une réflexion visant à unifier la poursuite de ce projet avec le projet "Émotions et cognition" a été engagée.

Pierre Orgeur, coordinateur et *al.*,
UMR Physiologie de la Reproduction
et des comportements, INRA Nouzilly

3 Projet "Douleur et Pratiques d'Élevage" chez les animaux d'élevage

Ce projet est consacré à l'étude des douleurs engendrées par certaines pratiques d'élevage.

- Contexte

Au-delà de l'intérêt éthique et économique que pose la question de la douleur animale dans les conduites d'élevage, ce thème recouvre l'enjeu plus théorique de la compréhension des mécanismes d'induction de douleurs de diverses origines (somatiques, articulaires, viscérales, conséquences chroniques d'amputations, douleurs aiguës versus chroniques...). Des exemples pris chez deux espèces permettent de saisir ces enjeux. Dans le cas de l'élevage porcin, des pratiques comme la caudectomie, l'épointage des dents posent la ques-

Canetons mulards.

Photos : Christian Slagmulder





tion de l'impact réel d'ablations de tissus chez de très jeunes animaux dont l'innervation peut encore être en phase de mise en place d'où un risque de générer, au stade adulte, des fonctionnements chroniques aberrants. Les données acquises débouchent sur la remise en question du recours systématique à ces pratiques. Dans le cas de la castration, chez cette même espèce, si la remise en cause ne semble pas d'actualité, la question posée relève cette fois d'une mise en place consensuelle de stratégies pratiques et à moindre coût permettant de soulager les douleurs aiguës.
Dans le cas de l'élevage du canard destiné à la production de foie gras, la question posée est celle des conséquences d'une sur-sollicitation du système digestif, évoquant indirectement certains modèles de pathologie humaine consécutifs aux pratiques alimentaires de sur-consommation rencontrées dans les pays développés.

- Approches choisies

pour la période 2000-2003 :
- porcelet : conséquences de la caudectomie, de l'épointage des dents et de la castration,
- canard : impact du gavage sur les sensations d'origine viscérale.

Dans ces deux cas, une collaboration suivie entre équipes appartenant à des centres INRA géographiquement distants (Clermont, Theix, Rennes, Jouy-en-Josas, Tours et Bordeaux-Mont de Marsan), des institutions différentes (INRA, CNRS, INSERM, Universités) ou des disciplines différentes (éthologie, neurosciences, immunologie, zootechnie, chirurgie dentaire, éthique animale…) a été développée et est poursuivie. Ainsi, les approches en neuroscience et en neuro-pathologie peuvent compléter l'approche comportementale ; une question relevant initialement de la compréhension de la genèse du processus douloureux aigu d'origine mécanique (embucage des canards, dilatation du tractus digestif supérieur) s'est ouverte sur une tentative de mise en évidence de processus inflammatoires chroniques.
La dimension d'animation scientifique en réseau a permis que des équipes centrées sur des questions de connaissance théorique spécialisées rencontrent des équipes aux projets finalisés permettant ainsi la découverte réciproque de modèles d'étude, de méthodes ou d'outils d'approche. Le poids spécifique des "équipes sans murs" ainsi constituées temporairement a également permis de convaincre des bailleurs de fonds nationaux ou privés de l'intérêt "élargi" des démarches entreprises.

- Conclusion

Un certain nombre d'actions en coopération sont prévues :
Les actions entreprises et les contacts établis ont par exemple initié des regroupements d'acteurs au sein d'unités renouvelées. Ainsi le thème "acidose et bien-être de l'animal d'élevage" qui concerne des ruminants (chèvre, vache), projette-t-il d'établir un lien entre les études classiques de nutrition sur le ruminant, les recherches sur le bien-être utilisant l'approche comportementale et l'application de la démarche des neurosciences de la douleur centrée sur la douleur chronique d'origine inflammatoire. Ce thème impliquera la coopération d'équipes de l'INRA et de l'Institut National d'Agronomie et une participation au projet de réseau d'étude de la douleur qui sera piloté par l'INSERM ; ce qui supposera des travaux communs entre des équipes basées à Paris, Grignon, Theix, Clermont-Ferrand et certainement Rennes pour des aspects relatifs aux interactions inflammation-système immunitaire.
En ce qui concerne la poursuite du travail sur le gavage, les projets en cours ouvrent également sur l'étude, au sein de l'INRA, des interactions inflammation et douleur. Parallèlement, l'impact des données collectivement acquises sur le stress et la douleur en gavage nous a amenés à entrer collectivement en contact avec des éleveurs californiens ; ce qui permet d'envisager une collaboration avec le département des Sciences animales de l'université de Davis via des échanges préliminaires d'information avec les services de support à la profession de cette université.

Jacques Servière, coordinateur et *al.*
INRA, INA-PG Paris

Partenaires
INRA et/ou INA-PG, INSERM
- projets porcs : A. Prunier, E. Merlot (Rennes-St Gilles),
- projets canards : D. Guémené (Nouzilly), G. Guy & M-D. Bernadet (Artiguères)
- projets ruminants : C. Duvaux-Ponter, S. Roussel, S.Giger (UMR 791 Paris), I.Veissier, A. Boissy, … (ACS et URH Theix).

Réseaux



Photo : Catherine Madzak

1 Réseau "Génétique de l'adaptation et bien-être animal"

- Contexte

Les caractéristiques génétiques interviennent dans de nombreuses composantes des capacités d'adaptation des animaux à leurs conditions d'élevage. Elles conditionnent notamment les possibilités de développement d'élevages extensifs et donc d'aménagement du territoire. Leur importance ira sans doute en croissant avec la réduction de la main-d'œuvre. Par exemple les relations mère-jeunes sont essentielles pour les nouveau-nés et influencent leurs chances de survie d'autant plus que l'éleveur est moins présent. De même, la réactivité émotionnelle conditionne les réactions de peur de l'animal, influençant la facilité d'intervention de l'éleveur ainsi que, via le niveau de stress des animaux, certaines caractéristiques de qualité des produits. Enfin, les capacités d'adaptation interviennent dans la résistance à certaines déviations du comportement (comme le picage) ou troubles pathologiques, plus fréquemment observés dans des conditions d'élevage difficiles.

En conséquence, les interrogations sur les relations entre génétique et bien-être des animaux sont nombreuses ; elles portent à la fois sur les mécanismes génétiques de l'adaptation, les conséquences en matière de bien-être des sélections opérées jusqu'à présent et la conduite à tenir dans les futurs schémas de sélection.

- Objectifs

Les buts du réseau sont les suivants :

• Faire le point des connaissances acquises pour l'ensemble des espèces domestiques ou modèles, de façon à :
- dégager des priorités de recherche
- préciser les perspectives ouvertes par l'étude génétique des capacités d'adaptation

• Faciliter les synergies et les échanges entre unités de recherche, organismes de développement et professionnels de la sélection

• Identifier et réaliser des projets pilotes en matière d'étude génétique des capacités d'adaptation des animaux domestiques.

• Étudier, à plus long terme, les conséquences socio-économiques de la sélection.

- Approches choisies

Le travail du réseau porte sur l'analyse de la variabilité génétique de l'adaptation des animaux. L'adaptation a été prise au sens "comportemental", comme la capacité de l'animal à s'ajuster à la situation dans laquelle il est placé ; ce qui inclut la réactivité au stress et les comportements alimentaire, relationnel et locomoteur et n'exclut bien évidemment pas les marqueurs physiologiques.

Deux réunions ouvertes à l'ensemble des membres du réseau Agri-Bien-Être Animal ont déjà été organisées. La première réunion a donné lieu à six articles de synthèse publiés dans un dossier, en décembre 2002, de la revue "INRA Productions animales" résumant l'ensemble des données existantes dans les principales espèces d'animaux d'élevage. Une publication de synthèse sur les relations entre génétique de l'adaptation et domestication, processus fondateur de la sélection, a été rédigée collectivement à l'issue de la deuxième réunion et vient d'être soumise pour publication. Ce mode d'animation va se poursuivre.

En parallèle des échanges méthodologiques ont été menés. Ils ont par exemple permis à la fois de valoriser au mieux les dispositifs mis en place pour la recherche de QTL et de préciser les relations entre différentes mesures de sensibilité au stress des animaux. Une réflexion sur la mise en place de projets fédérateurs est en cours. Elle porte en particulier sur l'étude de la réactivité de l'axe corticotrope impliqué dans les réac-

Partenaires
Le comité de pilotage regroupe des représentants de différents départements du secteur "Animal et Produits animaux" de l'INRA :
• C. Beaumont, J.P. Bidanel, J. Bouix, G. Guérin, S. Grasteau, C. Larzul, P. Mormède, M. Tixier-Boichard et M. Vandeputte pour le Département "Génétique Animale",
• A. Boissy, D. Guémené, J.M. Faure, P. Le Neindre, F. Lévy et P. Prunet pour le département "Physiologie Animale et Systèmes d'Élevage", ainsi que des membres de différents organismes menant des recherches sur ce thème et des professionnels de la sélection :
- Agence de la Sélection porcine : C. Hassenfratz
- Haras Nationaux : A. Ricard
- Institut de l'Élevage : P.L. Gastinel, J. Lucbert
- Institut technique du Porc : V. Courboulay, M. J. Mercat
- Institut technique de l'Aviculture : L. Mirabito
- Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français : B. Coudurier
D'autres collègues, français ou étrangers se joignent à nous pour les réunions plénières.

[1] Ousova O. Analyse d'un QTL d'hypercortisolémie chez le porc : rôle de la transcortine. Thèse de l'Université de Bordeaux 2.

tions de stress. Elle concerne également l'influence des polymorphismes du gène Cbg. Celui-ci, récemment mis en évidence chez le Porc (Ousova, 2001 [1] ; brevet 31.10.2001), est en effet un transporteur des corticostéroïdes qui joue un rôle sur la concentration plasmatique de ces derniers et la composition de la carcasse (taux de viande maigre). À plus long terme, il sera intéressant de chercher à caractériser aussi finement que possible les capacités adaptatives et surtout leur importance en matière de bien-être.

Catherine Beaumont, coordinateur et *al.*,
Recherche avicoles, Tours

2 Réseau "Indicateurs de bien-être animal"

Le réseau "indicateurs", mis en place début 2002, a pour objet l'appréciation des états chroniques, par opposition aux réponses à des événements aigus plutôt abordés dans les projets "Émotions et cognition" et "Douleur et pratiques d'élevage".

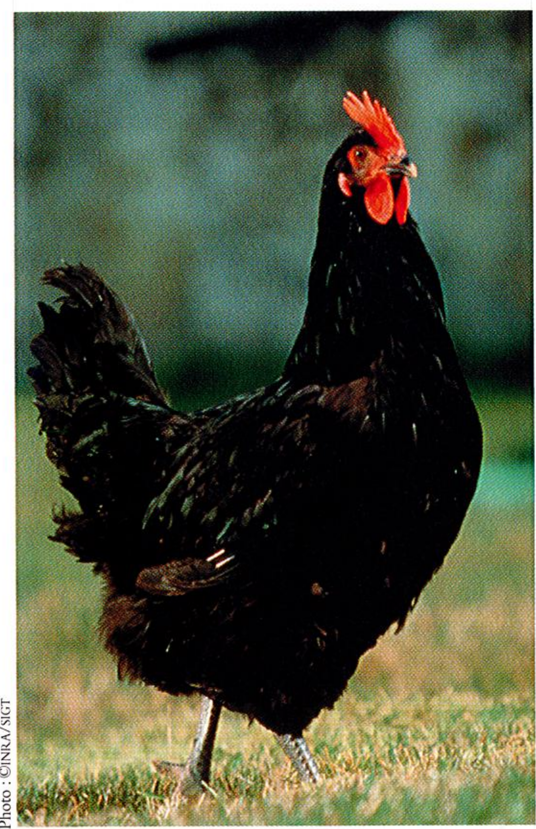


Photo : ©INRA/SIGT

La géline de touraine adulte.

- Contexte

Dans l'état actuel des choses, l'appréciation du bien-être (ou plutôt de son absence) se fait au moyen des indicateurs utilisés en médecine humaine pour détecter les états dépressifs (test Dexa/hormone Adrenocorticotropic (ACTH) /CRH, rythme veille/sommeil, apathie...) ou validés dans les situations de stress répétés chez les animaux de laboratoire (taille des surré-

Aubrac. Massif du Sancy.

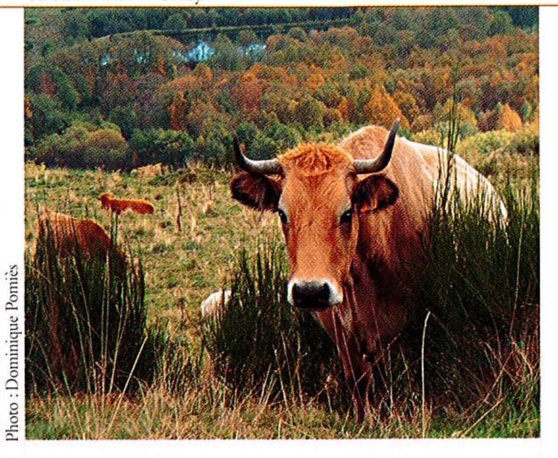


Photo : Dominique Pomiès

nales, activités des enzymes du métabolisme des catécholamines...). Des indicateurs comportementaux (spécifiques de l'espèce étudiée), sanitaires et zootechniques complètent généralement ce tableau. Si la plupart de ces méthodes sont relativement bien maîtrisées sur les animaux d'élevage, leurs conditions d'utilisation et la validité des mesures comme indicateurs de bien-être restent souvent à préciser. Par ailleurs, des résultats opposés sont parfois observés lors de stress chroniques : hyper-réactivité *versus* apathie, augmentation *versus* diminution de la sensibilité de la glande surrénale à l'injection d'ACTH. Par ailleurs, ces indicateurs classiques mériteraient d'être complétés grâce à l'apport d'autres disciplines (marqueurs précoces de l'inflammation ? outils de génomique fonctionnelle ?). Aussi est-il apparu nécessaire de confronter nos données et d'échanger nos points de vue sur l'appréciation du bien-être des animaux d'élevage.

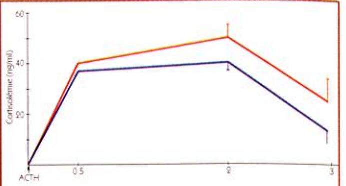
- Objectifs

Le réseau "indicateurs" a pour objectif de rassembler les expertises des différents membres d'AGRIBEA acquises sur l'évaluation du bien-être, d'identifier les problèmes techniques ou théoriques rencontrés et de proposer des pistes de recherche permettant de combler ces lacunes.

- Approches choisies

Les forces vives d'AGRIBEA sont déjà fortement engagées dans les autres actions (projets 1 à 3, réseau *Génétique de l'adaptation et bien-être animal*). De plus, une réflexion sur les méthodes d'appréciation du bien-être a été engagée au niveau européen au travers du réseau COST846 (*Measuring and monitoring farm animal welfare*) et sera poursuivie dans le cadre du projet Welfare Quality (Projet intégré, titre complet : *Integration of animal welfare in the food quality chain : from public concern to improved welfare and transparent quality*) [1].

Isabelle Veissier, coordinateur et *al.*,
URH-ACS, INRA, Clermont-Ferrand/Theix ■



Le test à l'ACTH est classiquement utilisé chez l'Homme pour confirmer un diagnostic de dépression. L'élévation de la cortisolémie, à la suite de l'injection d'une quantité donnée d'ACTH, est plus forte que la normale chez les patients dépressifs. Afin de valider ce test dans le cas de l'évaluation du stress chronique chez les bovins, des veaux ont été soumis à un modèle de stress répété sous la forme de recombinaisons des groupes sociaux. Les veaux en situation sociale instable (—) ont présenté une réponse plus forte que les témoins laissés en groupes stables (—).

Partenaires

La participation française au réseau **COST846** a d'ores et déjà engagé :

- I. Veissier et MC Salaün (membres du comité de gestion du COST 846 et du groupe de travail (Working Group 1) (WG1) *Measuring welfare*)
- C. Arnould et J. Capdeville (membres du Working Group 2 (WG2) *Monitoring welfare*)
- P. Mormède et P. Neveu, conférenciers invités aux réunions du WG1
- MC Salaün et A. Boissy dans la "task force" *Fear tests* du WG1
- C. Arnould et J. Capdeville respectivement dans les sous-groupes *Poultry* et *Cattle* du WG2
- P. Mormède, D. Guéméné, I. Veissier dans la "task force" *Assessment of HPA activity* du WG1
- X. Boivin dans la "task force" *human-animal relation* du WG1
- G. Després dans la "task force" *HRV* du WG1

En ce qui concerne le projet **Welfare Quality**, les groupes AGRIBEA suivants s ont impliqués :

- l'UMR-Veau Porc (INRA)
- la station de Recherches avicoles (INRA)
- l'unité de recherches sur les Herbivores (en particulier I. Veissier pour le management du projet) (INRA)
- l'Institut de l'Élevage
- l'Institut technique du Porc
- l'Institut supérieur d'Agriculture de Lille.

[1] Le financement du réseau "indicateurs" (6860 €) a été en partie utilisé pour soutenir la participation des Français au COST846. Il a également été utilisé pour le montage du projet Welfare Quality.

Éléments de réflexion

Y a-t-il un avenir pour la recherche agronomique en France ?

Contrairement à nos ancêtres, nous ne sommes plus vraiment préoccupés par le retour possible d'une famine et nous considérons, peut-être à tort, que notre autonomie alimentaire est désormais assurée pour les décennies à venir. Dans ce contexte général, les impératifs de gains de productivité ont cédé la place à des préoccupations de sécurité alimentées par la crise de la vache folle et l'épizootie de fièvre aphteuse et de délocalisation de la production agricole vers des pays à bas salaires.

Et pourtant si les besoins de recherche dans le domaine agronomique ne sont pas perçus comme prioritaires par l'homme de la rue, ils sont bien réels. Au niveau planétaire, les ressources alimentaires sont insuffisantes, et de nombreux facteurs contribuent à réduire ces ressources : manque d'eau et désertification, expansion des villes, démographie, nouvelles maladies et problèmes climatiques. Notre pays, s'il est extrêmement favorisé par la qualité et la diversité de ses sols ainsi que par des conditions climatiques propices, n'est pas dépourvu de problèmes agronomiques à étudier. Les institutions de recherche agronomique s'emploient à essayer de les résoudre dans une démarche dite de "recherche finalisée". Le maître mot de ces besoins s'exprime sous le terme de "demande sociétale", terme recouvrant en fait une demande hétéroclite et quelquefois contradictoire qui inclut, par exemple, les préoccupations du secteur agroindustriel, des semenciers, du monde agricole dans la diversité de ses situations, des associations de consommateurs, des écologistes, des régions et des instances gouvernementales... Pouvoir montrer que quelque chose est fait pour répondre à chacune de ces préoccupations conduit à développer en permanence au sein d'instituts tels que l'INRA, de nouveaux thèmes de recherche qui nécessitent aussi des moyens supplémentaires. De ce fait il existe aujourd'hui 470 unités à l'INRA. Pour élargir un peu plus la diversité des sujets traités, une politique d'association avec d'autres institutions, avec les universités et les écoles agronomiques, épaissit plus encore la structuration de cette recherche. Ajoutons quelques sites créés simplement pour montrer que l'élu local prend lui aussi soin de la demande sociétale, et nous avons le portrait du dispositif de recherche de l'INRA, forcément un peu difficile à lire au-delà de nos frontières. La recherche finalisée est considérée de manière générale comme une recherche à court terme tournée vers un objectif précis, ayant un caractère d'utilité et d'application. L'ambiguïté de cette description, c'est qu'elle ressemble comme deux gouttes d'eau à celle d'une recherche menée dans le secteur industriel. Il en découle un débat permanent au sein de l'INRA sur ce qu'il est légitime de faire dans un organisme public, et ce qui est du ressort du secteur privé. Il nous semble que nous gagnerions effectivement à préciser les missions d'un organisme de recherche agronomique avant même de réfléchir à sa réorganisation.

Il y a tout d'abord une erreur épistémologique à confondre demandes sociétales et thèmes de recherche. Voyons comment l'innovation dans le secteur agronomique a pris corps au fil des siècles. Après des millénaires de progrès inconscients mais réels qui ont abouti à la domestication de nombreuses espèces animales et végétales, la science s'est introduite dans le domaine agronomique à l'époque de grandes découvertes en inventoriant et en acclimatant de nombreuses espèces. Dès cette époque, c'est l'association d'une curiosité intellectuelle et d'un sens de l'opportunité qui ont fait introduire la culture de la pomme de terre, de la tomate et du maïs dans l'ancien monde, en l'absence de demande sociétale ; l'introduction de la pomme de terre, contre le désir spontané de la population, y compris des paysans, a été une épopée ! Puis est venue l'époque de la chimie appliquée à l'agriculture. La loi de restitution des fertilisants aux sols dans lesquels les cultures ont puisé, établie par Lavoisier dès 1780, ne sera "assimilée" par le monde agricole qu'au bout d'un siècle et demi. En effet, ce n'est qu'à partir de 1920 que les rendements des cultures de blé dépasseront 12,5 Qx/ha (aujourd'hui 80 Qx/ha) et permettront enfin à la France d'acquérir progressivement son autonomie alimentaire et de réduire ses importations de blé des pays du nord de l'Europe. Aujourd'hui encore on ne peut pas vraiment dire que l'adoption des fertilisants rejoint la demande sociétale qui fait toujours une différence entre engrais "biologique" et "chimique". Néanmoins l'autonomie alimentaire de la planète est largement dépendante de la disponibilité d'engrais ! Au début du vingtième siècle les travaux de Pasteur dans le domaine de la microbiologie ont à leur tour eu un impact considérable non seulement en santé humaine et animale, mais aussi dans le domaine agro-alimentaire. Ce n'est que lentement que les idées de

Pasteur ont été reçues et comprises. Il en sera de même pour l'introduction des concepts de la génétique et leur application pour la création de variétés nouvelles. La loi sur l'élevage promue par Édgard Faure sur les conseils de son ami Jacques Poly, futur directeur général de l'INRA, est l'exemple-type d'une décision politique étayée par une démarche scientifique (et non l'inverse). À la même époque les travaux de Charles Thibault sur la reproduction sexuée des animaux domestiques trouveront des applications dans le domaine de l'insémination artificielle pour la conduite des élevages et en santé humaine quoiqu'en pense Jacques Testard ! Le monde des éleveurs, bien informé, a rapidement adopté ces techniques à une époque où science et société faisaient bon ménage.
Plus récemment encore, c'est en étudiant une maladie bactérienne, la galle du collet des plantes, que les techniques de production des OGM ont été mises au point par J. Schell et M. Van Montagu permettant aujourd'hui à l'Argentine de devenir les premiers producteurs de soja du monde et de rembourser sa dette au FMI. Si le gouvernement argentin avait voulu aboutir seul à ce résultat il est probable qu'il n'aurait pas investi beaucoup d'efforts dans l'étude de la galle du collet.
Que retenir de ces quelques exemples ? Tout d'abord que de nombreuses questions agronomiques restent aujourd'hui encore à résoudre. Comment par exemple améliorer la qualité nutritionnelle d'un fruit, comment rendre une plante résistante à une carence prolongée en eau, à une maladie nouvelle ? S'il existe des éléments de réponse à ces questions, et des stratégies envisageables, il n'en reste pas moins que certains pathogènes sont potentiellement capables d'éliminer quasiment complètement une espèce végétale comme l'illustre la graphiose de l'orme. Si un nouveau pathogène compromettait la culture du blé, ce serait un désastre majeur, et cette hypothèse n'est pas complètement gratuite puisqu'il existe un précédent pour la culture du maïs aux USA, culture qui fut décimée durant les années cinquante par un champignon phytopathogène. De même les travaux pionniers menés dans le domaine de l'agronomie, la pathologie, la reproduction, ont abouti à quelques applications majeures, somme toute assez peu nombreuses et assez imprévues, il faut le reconnaître, sauf précisément pour les esprits visionnaires à l'origine de ces travaux de recherche qui ont su lier découvertes et applications.

Nous avons vu que jusqu'à un passé très récent les grandes découvertes et les innovations qui en découlent n'ont pas été guidées par une demande sociétale. En fait, c'est le caractère **stratégique** des études entreprises, qui a fourni des opportunités d'applications. Ainsi, comprendre comment un pathogène envahit une plante, et quelles réponses cette plante développe pour faire obstacle à ce pathogène, représente un domaine de recherche dans lequel on peut anticiper des applications qui viendront rencontrer une demande sociétale. Mais le modèle choisi pour mener les travaux, pour des questions de commodité expérimentale, peut être différent de l'espèce chez laquelle un problème ardu de protection phytosanitaire se pose.
On anticipe aussi que d'aborder une question stratégique nécessite non pas un effectif mi-nimal, mais un regroupement de compétences et de moyens substantiels, et la création d'une véritable "culture" du sujet. En d'autres termes, pour reprendre la suggestion du manifeste du NERF, il faut prévoir d'organiser en institut l'étude de chaque thème stratégique, qui pourra ainsi, sur la base de l'excellence scientifique, avoir une visibilité et un pouvoir d'attraction des jeunes talents. À titre d'exemple la nutrition minérale des plantes, la biologie de la reproduction des mammifères, la microbiologie des pathogènes et des aliments sont des thèmes stratégiques. Mais ceci n'est évidemment possible que si le nombre de ces thèmes stratégiques est limité. Dans un tel contexte organisationnel, une quinzaine d'instituts (regroupant des équipes aux approches complémentaires) pourraient constituer l'ossature de cette recherche, chacun étant doté d'une autonomie administrative, l'INRA ayant l'initiative de leur création, gérant les infrastructures de recherche et jouant le rôle d'agence de moyens pour ces instituts. À titre d'exemple il est à noter qu'aux USA c'est la NSF qui joue ce rôle d'agence de moyens, l'USDA gérant les infrastructures de recherche, et les centres de ressource en particulier. Par contre, mettre au point un outil de dépistage d'un contaminant alimentaire, le type même d'une recherche finalisée qui peut correspondre à une demande sociétale fondée, ne nécessite pas la création d'un institut. Une entreprise nantaise, Eurofins [1], en donne un brillant exemple. Une telle activité de recherche doit trouver sa place, sous forme de partenariat industriel, dans le contexte plus ambitieux d'un institut dédié à l'étude des bases de la qualité des aliments. Dans ce contexte, une recherche finalisée, sur contrats de recherche avec le secteur privé/le FRT [2], pourrait trouver sa place sans devenir comme c'est le cas actuellement le pourvoyeur principal de fonds de recherche pour les laboratoires, et laisser un socle prééminent aux thèmes de recherche portant sur la mission stratégique de chaque institut.
Une difficulté à surmonter dans ce nouveau contexte réside dans la tendance permanente des régions à constituer leur réseau propre de laboratoires abordant la plus grande diversité possible de thèmes de recherche. Si cette démarche est en partie justifiée au niveau universitaire, elle est antagoniste d'une recherche de qualité structurée sur des pôles stratégiques. L'exemple de la Max Planck Society en Allemagne, constituée d'un réseau de laboratoires abordant sans redondance territoriale des thèmes fondamentaux et/ou stratégiques est un bon exemple d'organisation dont l'administration, la gestion scientifique et l'évaluation sont réalisées au niveau de chaque institut.

Michel Caboche,
Directeur de recherches à l'INRA,
LBS Versailles, URGV Évry ■

[1] Elle a été créée à partir de ces éléments et assure des services dans le domaine de l'analytique.

[2] Le Fonds pour la Recherche et la Technologie du ministère de la Recherche.

Faire connaître

De gauche à droite : Peau de feuilles [Pelle di foglie], 2000 et Respirer l'ombre [Respirare l'ombra], 1999. Bronze ; cages métalliques, feuilles de laurier, bronze. 330 x 180 x 130 cm ; module de Respirer l'ombre : 78 x 117 x 7 cm. Collection Centre Pompidou-Musée national d'art moderne, Paris. Vue de l'installation au Centre Pompidou. Distribution RMN. Cèdre de Versailles [Cedro di Versailles], 2002-2003. Bois. 600 x Ø 170 cm. Vue prise pendant la réalisation de l'oeuvre.

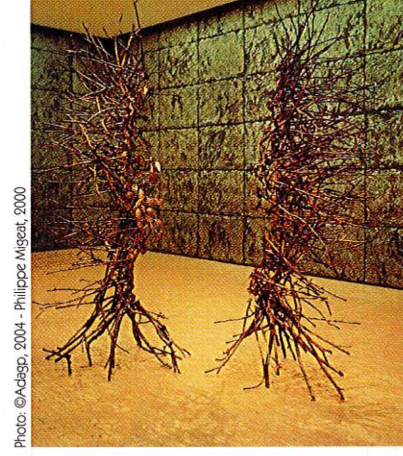


Photo: ©Adagp, 2004 - Philippe Migeat, 2000



Photo: ©Adagp, 2004 - Giuseppe Penone et Dina Carrara

Manifestations

Giuseppe Penone, exposition rétrospective 1968-2004, centre Pompidou, 21 avril-23 août 2004. www.centrepompidou.fr
Son travail de sculpteur est une réflexion sur la relation entre nature et culture, il travaille sur les correspondances entre l'être humain et le règne végétal avec les matériaux naturels : les arbres, la terre, les feuilles… Parmi les œuvres exposées, celles des *Arbres*, série qu'il commence en 1969 avec l'*Arbre de 4 mètres* : il enlève les cernes de croissance d'arbres tombés lors de la tempête de 1999, jusqu'à retrouver leur cœur, organe chargé de restituer la perception de l'arbre originel. Cet ensemble est présenté comme une forêt dans le musée.

Colloques

Organisés par l'INRA ou auxquels participent des intervenants INRA

Nous ne signalons ici que les colloques dont l'annonce nous a été demandée. Vous pouvez également consulter les annonces colloques de *Presse Info*.

Université d'été de Nutrition 2004. Au programme : Chaine alimentaire et environnement. Nutrition de l'enfant, comportement alimentaire et précarité. Maîtrise de la nutrition préventive, Clermont-Ferrand, organisé par l'INRA et le CNRH d'Auvergne, du 15 au 17 septembre 2004.
Contact : Comité d'organisation de l'université d'été, U3M-INRA Clermont-Ferrand-Theix 63122 St-Genès-Champanelle
Inscriptions : D. Lioger, tél. 04 73 62 47 39 ; H. Sabboh, tél. 04 73 62 46 75
Programme scientifique : C. Rémésy, tél. 04 73 62 42 33 remesy@clermont.inra.fr fax. 0473.62.46.38 univete@clermont.inra.fr

Végétal et médiations culturelles. Le végétal, un enjeu social, économique et culturel, Angers, 26 et 27 octobre 2004.
Contact : Terre des sciences Angers Technopôle (5, rue Fleming 49066 Angers cedex 01. Tél. 02 41 72 14 21/fax. 02 41 72 14 22) infos@terre-des-sciences.org www.terre-des-sciences.org/colloque

Un dialogue pour la diversité génétique, dans les locaux de l'ISARA à Lyon, organisé par le BRG, du 3 au 5 novembre 2004.
Thèmes : •Conservation à long terme des ressources génétiques •Caractérisation et gestion des ressources génétiques microbiennes •Analyse comparative des diversités génétiques animales ou végétales •Diversité génétique *in situ* des espèces animales et végétales •Dynamique d'évolution de la diversité génétique et identification de ses indicateurs •Méthodologie de gestion des ressources génétiques animales et végétales •Modalités d'accès, valorisation et évolution de la demande en ressources génétiques.
Contact : Frédérique Marie, BRG 16 rue Claude Bernard 75231 Paris cedex 05. Tél. 01 44 08 72 61/Fax. 01 44 08 72 63 brg@inapg.inra.fr

Colloques

Autres

Vaccins 3 : nouvelles perspectives dans le développement des vaccins, Institut Pasteur, 7-8 octobre 2004.
Thèmes : •les bases immunologiques pour la mise au point de vaccins •interaction pathogènes-cellules hôtes •les vaccins en cours de développement.
Contact : Institut Pasteur : fax. 01 40 61 30 25 www.pasteur.fr/applications/euroconf/vaccines3

Des Aliments et des Hommes. Entre science et idéologie, définir ses propres repères, salons de l'Aveyron Paris 12ème, organisé par l'Institut français pour la nutrition, 8 et 9 décembre 2004.

Les relations entre alimentation et santé sont au centre de tous les débats. Mais au moment où de véritables enjeux de santé publique existent, le consommateur semble perdre ses repères alimentaires face à la multiplication des messages nutritionnels. Il existe en effet un paradoxe : à notre époque l'offre alimentaire est devenue abondante et variée et les connaissances scientifiques permettent de conseiller une approche raisonnée de l'alimentation fondée sur la modération et la diversité et non sur l'interdiction. Pourtant, émergent des messages pseudo-scientifiques, voire idéologiques, stigmatisant tel ou tel groupe d'aliments. Ces messages, très médiatisés, vont à l'encontre, non seulement des fondements de la nutrition, mais tout simplement du bon sens et ne peuvent que renforcer la tendance de pratiques alimentaires déséquilibrées. Comment le consommateur peut-il construire ses propres repères pour exercer sa capacité à choisir son alimentation et faire évoluer ses comportements alimentaires ? Il ne suffit plus de répondre à la question *"que devons-nous manger ?"*. Il faut se reposer la question *"pourquoi mangeons-nous ?"*. La réponse n'est pas simplement du domaine biologique. L'acte alimentaire répond en effet à une triple finalité : nutritionnelle, psychologique et socio-culturelle. Ces trois déterminants sont non seulement indissociables mais doivent être aussi replacés dans la perspective de notre évolution et de l'adaptation à notre environnement. Ce colloque sera donc multidisciplinaire : anthropologues, nutritionnistes, sociologues, historiens, biologistes… pour une mise en commun des connaissances, indispensable pour comprendre l'évolution des comportements alimentaires. Une occasion de considérer d'un œil nouveau des dogmes solidement établis et de révéler fausses certitudes et vraies ignorances.
Contact : Institut français pour la Nutrition (IFN) 71 Avenue Victor Hugo 75116 Paris tél. : 01 45 00 92 50/Fax : 01 40 67 17 76 Institut.nutrition@ifn.asso.fr www.ifn.asso.fr www.ifn.asso.fr/>

Nouveautés

Revues

INRA Sciences sociales, n°4-5/03, février 2003, 18e année.
La réforme de la politique agricole commune de juin 2003. Simulations des effets micro-économiques et macro-économiques
Sommaire :
Introduction, *Marion Guillou*
Présentation, *Vincent Chatellier* et *Alexandre Gohin*
1• Les réformes de la PAC de mars 1999 et de juin 2003 : principales dispositions, *Hervé Guyomard* et *Katell Le Bris*

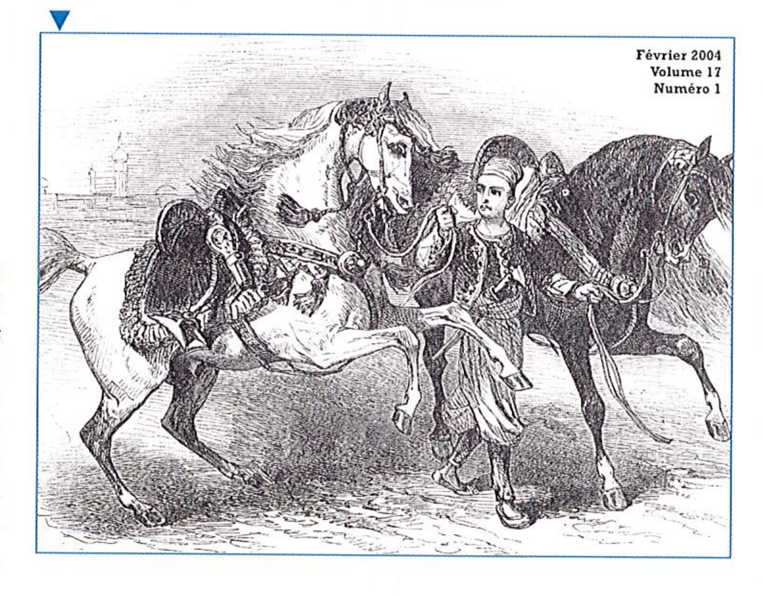
Faire connaître

2• La révision à mi-parcours de la PAC (juin 2003) et les exploitations céréalières des régions intermédiaires, *Jean-Claude Sourie, Guy Millet, Loïc Guindé* et *Anne-Sophie Wepierre*
3• Impacts possibles de la réforme de la PAC de juin 2003 et de ses différentes options d'application sur des exploitations d'élevages bovins allaitants, *Michel Lherm, Patrick Veysset* et *Didier Bebin*
4• La révision à mi-parcours de la PAC (juin 2003) et les exploitations laitières françaises, *Vincent Chatellier*
5• Impacts sur l'offre des régions françaises des différentes options de la réforme de la PAC de 2003, *Ahmed Barkaoui* et *Jean-Pierre Butault*
6• La reforme de la PAC de 2003 et le régime du paiement unique : impacts de différentes options de mise en œuvre au niveau français, *Alexandre Gohin*
7• Impacts du compromis de Luxembourg sur les marchés mondiaux des grandes cultures, *Catherine Benjamin, Magalie Houée* et *Chantal Guégen*
8• L'impact sur les marchés du lait et des produits laitiers de l'accord de Luxembourg, *Zohra Bouamra-Mechemache, Héla Hadj Ali-Kein* et *Vincent Réquillart*
9• La PAC de juin 2003 et les négociations agricoles multilatérales à l'OMC : compatibles ?, *Hervé Guyomard* et *Jean-Pierre Butault*

Édité par le département d'Économie et de Sociologie rurales,
65 bld de Bandebourg 94205 Ivry-sur-Seine. Tél. 01 49 59 69 00.
Directeur de la publication : Hervé Guyomard
Rédaction : Didier Aubert (rédacteur en chef), Suzanne Jumet

Éthnologie française. Territoires en questions, n°2004/1, 21€ (4n°s/an : 70€ PUF) *Pierre Alphandéry* et *Martine Bergues* (responsables scientifiques du numéro).
Espaces appropriés matériellement et symboliquement par des groupes ou des individus, les territoires sont aussi instruments de gestion et de développement. Efficaces si l'on en croit la multiplication des découpages contemporains (parcs naturels régionaux, "pays", terroirs et autres entités), et ce malgré leur fin annoncée par certains sociologues de la mobilité et des réseaux. La notion de territoire, dont la bonne fortune n'est pas à démontrer, ne se laisse pourtant pas aisément définir. Les territoires peuvent en effet être institués par des pouvoirs établis, par des individus ou des collectifs, et prendre parfois consistance par le regard des tiers, voire par l'intervention de chercheurs qui contribuent à leur manière à les rendre visibles. Certains d'entre eux relèvent du temps long, tandis que d'autres sont de création toute récente. Souvent ils se chevauchent, ce qui rend problématique leur coexistence et leur emboîtement. Tantôt ils valorisent le particulier, la singularité et les constructions identitaires, tantôt ils portent les modalités communes du "vivre ensemble". Cette complexité est au cœur des articles, avec des thèmes aussi divers que le patrimoine, la multiplication des petites régions à des fins de promotion touristique, les différents modes de distanciation ou d'appartenance à un espace tant rural qu'urbain… Manières de "faire territoire" qui intègrent sédentarité et mobilité, singularités locales et mise en réseau, regards sur le passé et souci de l'avenir, nous invitant à repenser la notion de territoire dans ses apparentes contradictions, comme dans son actualité.

Productions animales, INRA, vol. 17, n°1, fév.2004, 76 p., 16 € (1 an/5 n°s : 65€) www.inra.fr/productions-animales



Cahiers d'Économie et Sociologie rurales, INRA, n°70, 1er trimestre 2004, 124 p., 25€ le n°, le double 35€ (Abonnement de 4 n°s/an : 70€)
•L'assurance-recette comme politique de stabilisation des revenus : une application au secteur de l'huile d'olive en Espagne •Capital intellectuel des fondateurs, réseaux sociaux et stratégies des nouvelles entreprises de biotechnologies françaises •Espaces ruraux, espaces périphériques ? Les perspectives de développement économique associées au vignoble de Bordeaux •Évaluation de la demande de paysage : état de l'art et réflexions sur la méthode du transfert des bénéfices.

Cahier des techniques de l'INRA. Bulletin de liaison interne, n°51, avril 2004, 66 p. www.inra.fr/Intranet/Produits/cahiers-des-techniques
Sommaire : •Méthode de coloration pour l'observation et le comptage des endomychorizes à vésicules et arbuscules sur racines de maïs •Outil permettant l'ouverture superficielle de sols de prairie •Détermination de la diffusion des gaz O_2 et CO_2 à travers les emballages plastiques •Étude d'une méthode d'étalonnage de capteurs de température de type Thermistance à valider sur un parc •Exemple d'organisation et de gestion informatique d'une bibliothèque d'unité •Une introduction au test non paramétrique d'ajustement de Kolmogorov-Smirnov avec SPSS pour windows.

Insectes. Les cahiers de liaison de l'OPIE, n°132, 1er trimestre 2004, 40 p., 7,6€ (Abonnement de 4 n°s : 29€.) www.inra.fr/OPIE-Insectes/pa.htm
•La vie du trou d'eau •À protéger d'urgence : nos papillons… •Le vol du Perce-oreille •La mort en bouteilles •Larve •Les mots vernaculaires de *Vanessa Atalanta* (L.) •Les invertébrés vivant aux dépens des pois •Quand les papillons changent d'habitat •Graines et pois sauteurs •Des insectes comme nouvelle source de médicaments •La verrerie •Les insectes du sol.

Agricultures. Cahiers d'études et de recherches francophones, vol.13, n°1, Éd. John Libbey Eurotext, janvier-février 2004, 171 p., 18€, (6 n°s par an : 69€) www.john-libbey-eurotext.fr
•L'alimentation des villes : avant-propos, René Lésel •éditoriaux : Nourrir les villes sans les paysans ?, Bertrand Hervieu •L'alimentation des villes : de nouveaux défis pour la recherche, Benoît Lesaffre •L'alimentation des villes du Sud : les raisons de craindre et d'espérer •Les fonctions et contraintes de l'agriculture périurbaine de quelques villes africaines (Yaoundé, Cotonou, Dakar) •La transition nutritionnelle, l'alimentation et les villes dans les pays en développement •Évolution de la consommation alimentaire et de l'état nutritionnel des populations urbaines au Vietnam au cours des vingt dernières années •Situation et contraintes des systèmes urbains et périurbains de production horticole et animale dans la région de Dakar •Diversité et flexibilité des systèmes de production maraîchers dans l'agglomération d'Antananarivo (Madagascar) : atouts et contraintes de la proximité urbaine •Dynamiques de l'agriculture péri-urbaine : du local au local •Les mutations d'une agriculture méditerranéenne face à la croissance urbaine : dynamiques et enjeux autour de Montpellier •Entre *beldi* et *roumi* : préférences des consommateurs urbains et production de poulets au Maroc •Contribution du secteur informel à l'approvisionnement en produits laitiers des villes méditerranéennes : le cas de la Tunisie, du Maroc, du Liban et de la Turquie

Sécheresse, Éd. John Libbey Eurotext, vol.15, n°1, janv.-fév.-mars 2004, 21€ pays du Nord, 11€ pays du Sud, (4 n°s : 56€) www.john-libbey-eurotext.fr

Spécial Érosion : •historique de la lutte anti-érosive •la zone soudano-sahélienne •les zones de montagne méditerranéennes •la recherche en Afrique.

La Garance Voyageuse, revue du monde végétal, n°65, printemps 2004, 50 p., 7,5€ (4 n°s/an 23€) garance@wanadoo.fr ou //garance.voyageuse.free.fr
•Friches •Bois d'aigle •Muguet •Primevère •Cresson de Para.

La hulotte.
n°84, 2004, 44 p.,
www. lahulotte.fr
(abonnement de 6 n°s : 15€).
• Frissons d'Ombelles.

Livres

L'expertise en pratique. Les risques liés à la vache folle et aux rayonnements ionisants, Jacqueline Estades, Elisabeth Remy, Éd. L'Harmattan, coll. Risques Collectifs et Situations de Crise, 2003, 250 p., 20,5€
Comment évaluer et contenir la grave menace incarnée par le variant de la maladie de Creutzfeldt-Jacob ? Comment mesurer les risques sanitaires liés à la proximité d'un site retraitant des déchets nucléaires ? Les auteurs analysent les conditions d'organisation et de fonctionnement d'une expertise inscrite dans le registre de la précaution. Comment s'organise une vigilance collective au nom de la précaution ? comment l'affirmation de l'autorité savante cède le pas à l'expérimentation collective dans laquelle des savoirs locaux se mêlent à la science des laboratoires, ouvrant la voie à de nouveaux apprentissages ?

Nouvelles Pyrénées. Paysans, paysages et produits, Jean-Claude Flamant et Serge Thierry (photographe), préface de Bertrand Hervieu, Éd. Glénat, 176 p. couleurs, 39€

Un photographe et un agronome nous invitent à un voyage haut en couleurs à travers champs et vallées. Texte et images se répondent ainsi pour raconter les nouvelles Pyrénées, ces montagnes humaines que des femmes et des hommes passionnés animent et font vivre. Inventifs, téméraires, toujours soucieux de la qualité de leur travail et de leurs produits, ces agriculteurs explorent de nouvelles voies pour l'agriculture de montagne. Leur objectif ne manque pas d'ambition puisqu'ils tentent de concilier typicité des produits, respect de l'environnement, exigences économiques et conformation aux normes techniques ! Ils cherchent ainsi à donner vie au concept de multifonctionnalité de l'agriculture. Du Pays basque aux coteaux méditerranéens, nous partons découvrir des productions qui conjuguent avec talent, innovation et tradition : vins d'Irouléguy ou de Banyuls, fromages du Couserans, de la vallée d'Ossau ou de la Barousse, bovins Gascons, truites d'Ariège, piment d'Espelette, porcs Basques, moutons du Pays toy, chèvres des Hautes-Corbières...
Voici un carnet de voyages érudit et sensible qui porte un regard neuf sur l'agriculture et sur les Pyrénées du XXI[e] siècle.

Prévention nutritionnelle de l'ostéoporose, Véronique Coxam et Marie-Noëlle Horcajada (INRA), Éd. Médicales Internationales, 2004, 176 p., 68 €
L'ostéoporose représente une question de santé publique majeure, à laquelle tente de répondre un nombre croissant de chercheurs et de cliniciens. Cette maladie touche les sociétés industrielles dont l'espérance de vie s'allonge. En France, elle concerne environ 30% des femmes ménopausées (et 50% au-delà de 75 ans). Les études épidémiologiques ont permis d'identifier l'aspect nutritionnel comme l'un des grands facteurs de risque de la pathologie ostéoporotique. Par ailleurs, les recherches conduites dans le domaine de la nutrition ont éclairé les effets de l'alimentation sur la constitution du capital osseux et sur sa conservation. Cet ouvrage constitue la première synthèse en français des connaissances actuelles concernant l'influence des facteurs alimentaires sur le métabolisme osseux.

D'autres arbres pour les villes méditerranéennes. Guide pratique pour le paysage urbain de demain, réalisé par l'INRA, le CEPEM (Centre d'expérimentation pour la pépinière méridionale), la région PACA et le GDPM (Groupement pour le développement de la pépinière méridionale) sous la direction scientifique de Catherine Ducatillion, Recherches intégrées en Horticulture - Équipe de Botanique, INRA Antibes. Pour se procurer ce guide : Pierre Michelot, tél. 04 90 88 04 61.
Ce guide pratique est un recueil d'informations botaniques et agronomiques sur des arbres et arbustes originaux destinés aux villes méditerranéennes. Ces espèces sont progressivement implantées dans les espaces verts de villes volontaires. Le premier objectif des auteurs est naturellement de satisfaire la demande de l'ensemble des professionnels concernés (pépiniéristes, architectes paysagistes, entrepreneurs du paysage et gestionnaires d'espaces verts), le choix des espèces végétales étant guidé par des critères techniques. Le deuxième objectif est plus écologique : introduire de la diversité biologique dans des milieux contraignants, peu favorables aux végétaux. Réalisé avec l'appui financier du Conseil régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur, ce guide se présente sous forme de classeur dans lequel chacun pourra ordonner les 22 fiches descriptives composant cette première édition, qui sera complétée annuellement d'espèces nouvelles et d'informations complémentaires. Mais au-delà de la science et de la technique, la question posée en filigrane est d'ordre culturel : quel patrimoine pour les générations futures ? Comment construire la mémoire de nos enfants ? Le pouvoir évocateur des arbres en est un élément essentiel.

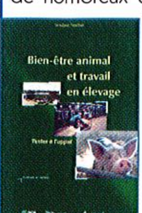
Droit et marchandisation de la connaissance sur les gènes humains, Magali Franceschi, CNRS éd., coll. CNRS droit, 248 p., 25€, droit www.cnrseditions.fr
La recherche en génétique est sans doute le domaine où s'exposent le plus clairement les interactions entre le droit et l'économie. Alors que ce secteur de la recherche atteint un degré de connaissance suffisamment important pour ébranler notre manière d'envisager l'être humain, le droit ne doit plus seulement offrir des réponses à des interrogations d'ordre éthique, mais aussi d'ordre commercial. Quelles frontières le droit marque-t-il face à la menace d'une "marchandisation" de la science ? Cette étude présente les risques liés à l'état actuel du droit : atteintes à la liberté de la recherche, appropriation de la connaissance, abandon d'une conception du droit comme lieu indépendant et maître de l'intérêt général au profit d'une attitude de suivisme et de gestion purement pratique des usages dominants. La vision transdisciplinaire ici offerte (droit et bioéthique, bien sûr, mais aussi économie et sociologie de l'innovation) dépouille le débat des entraves idéologiques et des faux-semblants qui l'obèrent sur le plan scientifique, éthique, politique et même économique.

Vaches, je vous aime, Jean-Olivier Majastre, Roberto Neumiller (photographe), Éd. Glénat, coll. Beaux livres, 2001, 39€
Il était une fois deux amis. L'un est photographe et peintre, voué aux images, plu-

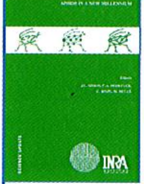
Faire connaître

INRA Éditions

Bien-être animal et travail en élevage. Textes à l'appui, J. Porcher, coéd. Éducagri-INRA, 2004, 264 p., 23€
La problématique du bien-être animal a-t-elle quelque chose à voir avec le bien-être des animaux d'élevage ? À l'appui de nombreux écrits de biologistes, d'éthologues, d'agronomes, de zootechniciens, d'économistes, d'historiens, d'anthropologues, de sociologues, de psychologues, de philosophes, mais également sur la base de documents législatifs, d'interviews d'éleveurs, d'articles de journalistes et de textes d'écrivains, l'auteur interroge la notion de bien-être animal en replaçant cette problématique dans le champ historique de l'évolution de l'élevage dans la société industrielle.

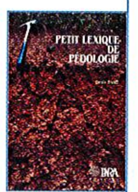


Aphids in a New Millennium (La recherche sur les pucerons à l'aube du nouveau millénaire), J.C. Simon, C.A. Dedryver, C. Rispe, M. Hullé, en anglais, 2004, 550 p. 62€
Ce livre regroupe les communications proposées lors du 6ème symposium international sur les pucerons qui s'est tenu à Rennes, en septembre 2001, organisé par l'équipe d'aphidologistes de l'INRA et de l'ENSAR de Rennes. Couvrant la plupart des aspects de la recherche internationale sur les pucerons, l'ouvrage est présenté en 5 chapitres : biologie et écologie/taxonomie/systématique et faunistique/génétique/biologie des populations et écologie évolutive/dynamique des populations, lutte biologique et gestion intégrée des ravageurs/interactions plantes-pucerons. Le nombre d'articles et leur diversité reflètent le dynamisme de la communauté des scientifiques travaillant sur les pucerons.



Normes et obstacles aux échanges. École-chercheurs. INRA Grignon, 27-28 janvier 1998, 2003, n°20, 156 p., 18€

Petit lexique de pédologie, D. Baize, 2004, 272 p. 35€
Ce lexique définit 1100 termes spécifi-ques et donne leur équivalent en anglais. De nombreux encadrés apportent des développements. N'ont été retenus que les mots vraiment utiles du vocabulaire pédologique francophone ainsi que quelques termes relatifs à la contami-nation des sols. L'auteur développe sa conception d'une pédologie moderne donnant ainsi matière à débat. L'ouvrage n'a pas la neutralité des dictionnaires habituels mais il paraîtra plus vivant à un public de non pédologues.



Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux, d'élevage. 2ème édition, revue et corrigée, D. Sauvant, J.-P. Perez, G. Tran coord. 2004, 304 p. 40€
Pour la première fois en France, une table d'alimentation multi-espèces, fruit d'une collaboration étroite entre l'INRA et l'Association française de zootechnie. Les données, actualisées, tiennent compte de l'évolution des matières premières et des concepts nutritionnels. Des caractéristiques nouvelles sont ainsi introduites : énergie nette (porcs), digestibilité des acides aminés, disponibilité des minéraux et dégradabilité de l'amidon (ruminants). Dans le contexte actuel de l'alimentation animale et de ses enjeux (qualité et sécurité des produits, environnement), une référence scientifique fiable et indispensable. En complément du livre : le **fichier des données des tables INRA-AFZ.** Sous forme de tableau au format Microsoft Excel, il permet d'éviter la saisie des données aux utilisateurs souhaitant les utiliser dans des outils de formulation.

tôt corpulent, l'autre est un sociologue, maigre, porté sur l'écriture. Ils s'estiment, se fréquentent, discutent interminablement, comme font habituellement les amis. Mais voilà. Ils tombent tous deux amoureux d'une belle indifférente, se font confidence, et s'aperçoivent qu'ils courtisent la même créature. Le photographe la rencontre à la campagne, et lui tire le portrait, le sociologue lui donne rendez-vous dans les musées et les bibliothèques, et lui consacre de longues épîtres. Entre nos deux amis, pourtant, point de querelles, point de rivalité, mais ce livre commun dédié à leur amour, la vache, et à ceux et celles qui les aiment, vous. Un livre comme un voyage. Pour l'un à travers siècles et civilisations, œuvres et mythologies. Pour l'autre en parcourant pays et saisons, foires et pâturages, du matin au soir, de la naissance à la mort.

La brevetabilité du vivant des innovations biotechnologiques appliquées à l'Homme, Marie-Catherine Chemtob-Concé, Alain Gallochat, Éd. TEC&DOC, 2004, 248 p., 120€
Des nombreuses potentialités industrielles, diagnostiques et thérapeutiques offertes par le décryptage du génome et le génie génétique ont exacerbé la concurrence entre les opérateurs économiques des principaux pays industrialisés. Dans ce combat pour l'accession aux gènes et la protection de cet accès, seul un droit de propriété industrielle et notamment, le droit de brevet - permet d'assurer la rentabilité des investissements consentis. Cet ouvrage de synthèse présente le champ d'application du droit des brevets applicable aux innovations biotechnologiques. Il envisage ensuite la brevetabilité de ces inventions au regard des conditions de forme et de fond imposées par les offices des brevets européen, américain et japonais, avant d'étudier l'étendue de la protection conférée. Cette 21ème édition tient compte des nouveaux brevets relatifs aux inventions biotechnologiques, de l'évolution du contentieux concernant certains brevets litigieux et des cadres internationaux et communautaires.

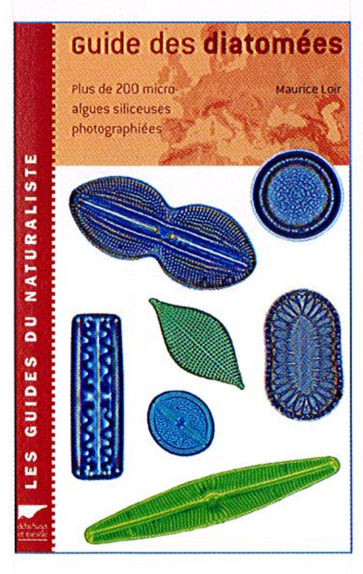
La photosynthèse du chat ou l'écologie expliquée à ma fille, Michel Lamy, Éd. Le Pommier, coll. Essais, n°120, 2004, 240 p., 22€ www.editions-lepommier.fr
Pouvons-nous manger sans crainte ce qu'il y a dans nos assiettes ? L'eau du robinet est-elle potable ? Est-il dangereux de respirer l'air des villes ? Le trou dans la couche d'ozone et le réchauffement de la planète sont-ils réels ? À quoi sont-ils dus ? … Que puis-je faire pour ne pas polluer davantage notre environnement ? Finalement, qu'est-ce que l'écologie ? C'est à ces questions posées par sa fille depuis des années, avec un brin de provocation (comment fonctionne la photosynthèse du chat ?). L'auteur explique comment la Terre, son atmosphère, ses terres et ses ressources en eau se sont constituées, comment les activités des hommes les perturbent et ce qu'il en est réellement de l'état de notre planète aujourd'hui, avant de proposer des solutions concrètes (une écologie pratique) pour améliorer notre devenir. Il en profite pour nous donner un aperçu de différentes formes que revêt l'écologie : la science écologique, la philosophie écologique et l'écologie politique.

L'inventaire du patrimoine culinaire de la France - Normandie. Produits du terroir et recettes traditionnelles, réalisé par Jean Froc, chercheur à l'INRA, Jacques Chevalier, directeur de l'Institut Régional de la Qualité agroalimentaire de Normandie (IRQUA), M. et P. Hyman, historiens et A. Jacobsohn, E. Albin Michel IRQUA Normandie, sept. 2003, 397 p., 22,50€
Les aspects géographiques et agricoles de la Normandie font d'elles une région d'une très grande richesse. Cette terre d'histoire et de traditions regorge aussi de produits qui permettent de composer sans difficulté des repas entiers et variés, de l'entrée au dessert. Boissons, charcuterie, poissons, viandes, légumes, fromages, ce sont plus d'une centaine de produits qui sont présentés dans ce guide. Le lecteur découvrira leur histoire et apprendra à les accommoder à la manière normande à travers 50 recettes aux noms savoureux et évocateurs : potage aux meuniers, omelette de la mère Poulard, Demoiselles de Cherbourg à la nage, morue comme à Honfleur, escalopes de veau à la crème, poulet Vallée d'Auge, blanquette de poireaux aux pommes de terre, sablés normands. Surprenant inventaire des traditions culinaires pour découvrir toute l'histoire gourmande et passionnante de la Normandie.

Pathophysiologie vétérinaire, édité par Robert H. Dunlop et Charles-Henri Malbert, Blackwell Publishing, 2004, 530 p.
Rédigé en collaboration par 27 auteurs nord-américains et européens, ce livre a pour objectif de fournir une meilleure compréhension des modifications fonctionnelles associées aux pathologies

infectieuses et métaboliques chez l'animal. L'ouvrage introduit un nouveau cadre autorisant une réflexion sur la nature même de la maladie dans ses interactions entre les organes et les systèmes de fonctions. Chaque chapitre fournit les plus récentes avancées de la physiologie des fonctions et, en parallèle, des exemples de leurs altérations durant les processus pathologiques.

Guide des diatomées, Maurice Loir (INRA), Éd. Delachaux et Niestlé, coll. Les guides du naturaliste, 2004, 240 p., 35 €
Guide d'identification inédit qui présente plus de 200 micro-algues semblables à du verre : de véritables merveilles architecturales. Les diatomées jouent un rôle primordial dans la vie des écosystèmes marins et sont à l'origine des réseaux alimentaires. Maurice Loir les photographie depuis de nombreuses années. Ce livre est une documentation précise et attractive pour découvrir le monde vivant et invisible des eaux douces et salées.



Les bactéries sont-elles nos ennemies ? John Herrick, n°44, Éd. le Pommier, coll. Les petites pommes du savoir, mars 2004, 64 p. 4€

En ligne

Les nouveaux apports de la science et de la technologie à la qualité et à la sûreté des aliments, réalisé par le Sénateur Claude Saunier, disponible en une seule page HTML au format Acrobat www.senat.fr/rap/r03-267/r03-267.html

sommaire : **un bouleversement tranquille** : les transformations des modes d'alimentation/une évolution qui s'est effectuée en dépit de facteurs défavorables à l'innovation. **Les apports de la science et de la technologie** : les avancées scientifiques et technologiques dans le domaine de la qualité et de la sûreté des aliments/des questions émergentes. **Des enjeux de société importants** : La sûreté : comment assurer la sûreté de l'aliment dans le contexte de la mondialisation ? L'économie : comment maintenir la place de l'industrie alimentaire française dans la concurrence mondiale ? Quelles issues entre les espérances de la nutrition et la quasi certitude annoncée d'un désastre sanitaire ? La culture : quelles sont les conditions du maintien d'une identité alimentaire ? La démocratie économique : quelle information du consommateur ? **Les réponses : propositions pour une politique de l'alimentation** : mieux évaluer les risques alimentaires réels pour mieux les maîtriser •Répondre aux données nouvelles de la mondialisation de l'aliment •Tirer les conséquences de la constitution d'une économie mondialisée de la connaissance •Anticiper les enjeux sanitaires de l'alimentation •Revoir l'information du consommateur.

Cédérom

Les Variétés de Fraisier anciennes, actuelles, nouvelles, base de données, octobre 2003. GEVES (Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences), 30€, www.geves.fr

Commande à adresser à Pascale Baradel : tél. 01 30 83 35 98/fax. 01 30 83 36 29. pascale.bradel@geves.fr

Ce cédérom présente toutes les variétés de Fraisier répertoriées en France. Ces descriptions prennent en compte des caractères morphologiques et physiologiques bien définis et permettent d'identifier chaque variété. Elles sont présentées accompagnées, pour pratiquement chaque variété, d'images de fleurs, de fruits et de folioles. Il offre ainsi un panorama complet et très documenté des variétés de Fraisier. Il permet en outre d'aider à définir un choix variétal selon une hiérarchie de critères que chacun pourra définir en fonction de son utilisation. ■

Actualités scientifiques

INRA Partenaire

Résonances

Le Point

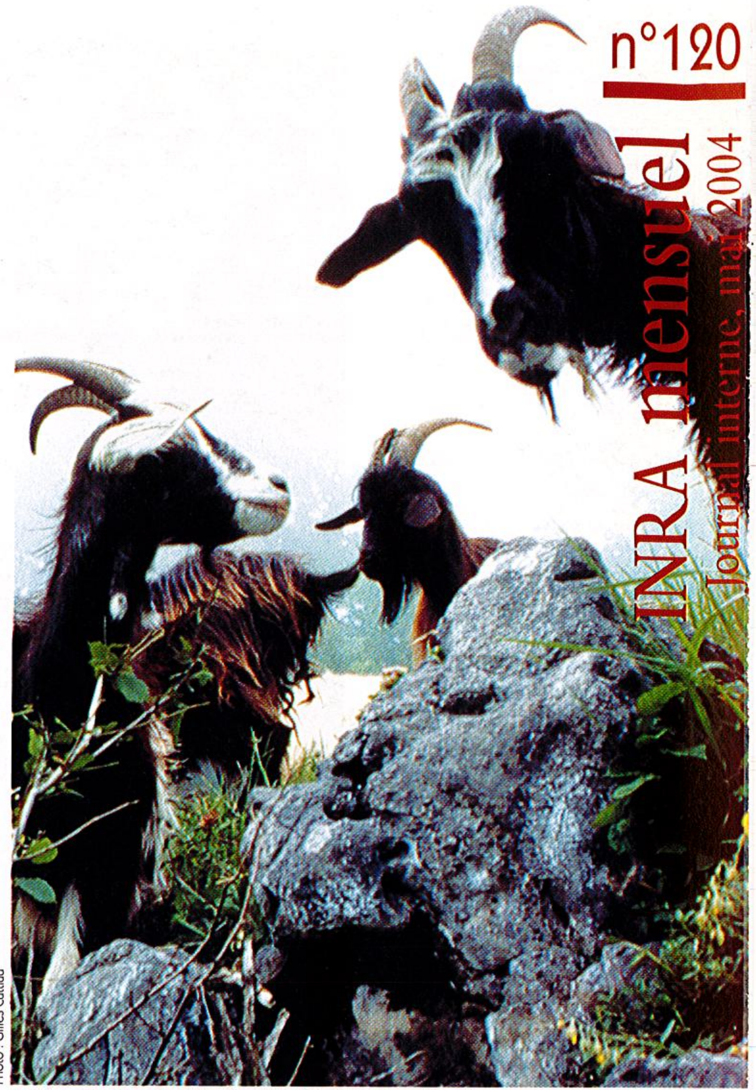


Photo : Gilles Cattiau

En écho au bien-être animal, "La chèvre de Mr Seguin" d'Alphonse Daudet.

Éléments de réflexion

Les résumés sont d'*INRA mensuel*

Directrice de la publication : Corine Plantard / Responsable de l'INRA mensuel : Denise Grail
Secrétariat : Frédérique Chabrol - chabrol@paris.inra.fr / Conception et réalisation : Pascale Inzérillo - piz@paris.inra.fr
Photothèque INRA : Jean-Marie Bossennec - Julien Lanson - Christophe Maître
Couverture : Dindon sauvage PL1. John-James Audubon (1785-1851) "Les oiseaux d'Amérique". Paris, Bibliothèque de l'Institut. Photo : ©RMN - Bulloz. En résonance (USA et bien-être) avec l'esprit d'observation de J.J. Audubon, cette image proposée par Jacques Servière.

Comité de lecture : Pierre Sellier (APA) / Pierre Cruiziat (EFA) / Jean-François Morot-Gaudry (PPV) / Alain Fraval (ME&S) Sylvain Mahé (DÉV) / Christiane Grignon (SED) / Martine Mignotte (SAD) / Brigitte Cauvin (Jouy-en-Josas) Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains) / Camille Raichon (INRA Éd.) / Jean-Marie Bossennec (Photothèque) / Jean-Claude Subtil (DRH) Daniel Renou (Formation) / Carole Heurtault (Presse) / Marc-Antoine Caillaud, Michel Zelvelder (MICOM) / Raditja Ilami-Langlade (Retraités)

INRA, Mission communication, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : 01 42 75 90 00.
Imprimeur : Graph 2000 / Vercingétorix ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP